Gazeta de Física Vol. 23 (2000) Fasc. 1

Director Carlos Fiolhais
Editor Carlos Pessoa

Correspondentes Paulo Crawford (Lisboa), Rui Ferreira Marques (Coimbra) e Fátima Pinheiro (Porto).

Colaboraram ainda neste número A. J. Silvestre, Armando Policarpo, Augusto Barroso, Eduardo Lage, Harvey Brooks, Hugo Natal da Luz, J. P. Silva, Maria da Conceição Abreu, Murray Gell-Mann, Raul Baltazar

Secretariado Maria José Couceiro (Lisboa) e Carolina Borges Simões (Coimbra).

Design Lupa, R. da Graça, 140- 2º 1170-171 Lisboa
E-mail lupa@esoterica.pt
Pré-impressão e Impressão
Textype Artes Gráficas Lda.
Tiragem 1500 exemplares

Preços Número avulso 750$00 (inclui IVA), ou 3,74 €.
Assinatura anual: 2.700$00 (inclui IVA), ou 13,47 €.
A Assinatura é grátis para os sócios da SPF.

Propriedade da Sociedade Portuguesa de Física

Administração e Redacção
Avenida da República, 37-4º 1050-187 Lisboa
Tel. 21 799 36 65; Fax 21 795 23 49

ISSN 0367-3561
Registo DGCS nº 107280 de 13/5/80
Depósito Legal nº 51419/91
Publicação Trimestral
Publicação subsidiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência e Tecnologia.

A Gazeta de Física publica artigos, com índole de divulgação, considerados de interesse para estudantes, professores e investigadores em Física. Deverá constituir também um espaço de informação para a actividades da SPF, nomeadamente as suas Delegações Regionais e Divisões Técnicas. Os artigos podem ter índole teórica, experimental ou aplicada, visando promover o interesse dos jovens pelo estudo da Física, o intercâmbio de ideias e experiências profissionais entre os que ensinam, investigam ou aplicam a Física. As opiniões expressas pelos autores não representam necessariamente posições da SPF.

Os manuscritos devem ser submetidos em duplicado, dactilografados em folhas A4 a dois espaços (máximo equivalente a 3500 palavras ou 17500 caracteres, incluindo figuras, sendo que uma figura corresponde em média a 140 palavras). Deverão ter sempre um curto resumo, não excedendo 130 palavras. Deve(m) ser indicado(s) o(s) endereço(s) completo(s) das instituições dos autores, assim como o endereço electrónico para eventual contacto. Agradece-se o envio dos textos em disquete, de preferência "Word" para Macintosh ou PC. Os originais de figuras devem ser apresentados em folhas separadas, prontos para reprodução, e nos formatos electrónicos jpg, gif ou eps.

nota de abertura

Novo ano, o mesmo projecto

O início de um novo ano é, tradicionalmente, o momento para proceder a balanços e anunciar intenções. Pela nossa parte, há uma certeza: a "Gazeta" está viva e o nosso trabalho a realizar em 2000 será para a tornar ainda mais viva, atenta às tendências, fenómenos e realidades do mundo da Física e da ciência, além de manter uma preocupação permanente em ir ao encontro dos interesses, preocupações e gostos dos leitores, a quem a revista se destina.
E porque assim é, esperamos que os leitores da "Gazeta" apreciem a leitura de mais este número. Prosseguindo uma linha de trabalho – editorialmente explicitada pela actual equipa quando assumiu a tarefa e a responsabilidade de publicar a revista – com que os leitores já estão familiarizados, propomos dois artigos de grande interesse. O primeiro é um excelente contributo para a reflexão sobre o papel, o lugar e o futuro das ciências, e em especial da Física, no enquadramento do simples e do complexo, assinado pelo Prémio Nobel Murray Gell-Mann. O segundo, de J. P. Silva e A. J. Silvestre, preconiza uma abordagem pedagógica original de um problema no ensino da Mecânica. Finalmente, merece ainda uma chamada de atenção o trabalho sobre o livro escolar de Física no ensino básico e secundário. O nosso entrevistado deste trimestre é João Caraça, físico e responsável pelo Serviço de Ciência da Fundação Calouste Gulbenkian. A ler, claro, nomeadamente pela visão prospectiva que nos fornece. Esta edição completa-se com as habituais secções, através das quais se traça uma panorâmica do que mais relevante aconteceu em Portugal, no mundo e na SPF. Sem esquecer as novidades editoriais e a secção de opinião, desta vez a cargo de Harvey Brooks, extraída do "Courrier de l'Unesco".

Boa leitura!

índice

artigos
Introdução ao artigo de Murray Gell-Mann *Armando Policarpo* 4

Pléctica: o estudo da simplicidade e da complexidade *Murray Gell-Mann* 6

Uma normal muito anormal *J. P. Silva e A. J. Silvestre* 13

O livro escolar de Física *Carlos Pessoa* 17

entrevista
"A Física vai continuar a ser um dos esteios da ciência moderna" Entrevista com João Caraça *Carlos Pessoa e Carlos Fiolhais* 23

notícias
Física em Portugal 26
Física no Mundo 31
Sociedade Portuguesa de Física 34

livros e multimédia 38

opinião 41

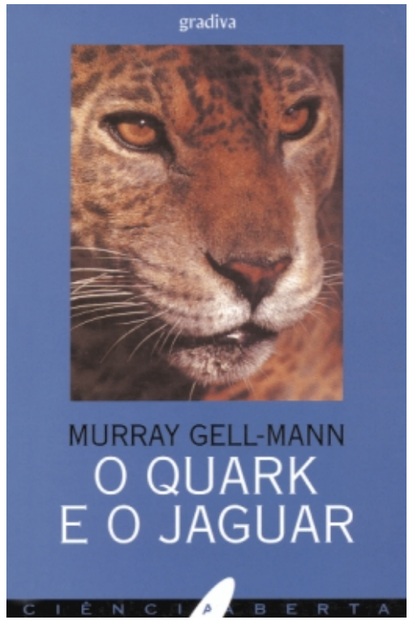
cartas dos leitores 42

Pléctica o estudo da simplicidade e da complexidade

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra organizou em Junho de 1999 um simpósio sobre "Fronteiras da Ciência". Um dos convidados foi Murray Gell-Mann, Prémio Nobel da Física de 1969 pela descoberta dos quarks. Impossibilitado à última hora de comparecer, fez a sua comunicação por teleconferência e editou depois a transcrição da mesma. É essa lição sobre "Pléctica: o Estudo da Simplicidade e da Complexidade", que a "Gazeta de Física" agora publica em primeira mão, por amável deferência dos editores do volume "Fronteiras da Ciência" (Gradiva), a sair este ano. O Dr. Rui Fausto, do Departamento de Quimica da Universidade de Coimbra, co-editor desse volume e co-organizador do evento, traduziu para português o texto de Gell-Mann. Gell-Mann foi apresentado pelo Dr. Armando Policarpo, físico da Universidade de Coimbra, publicando a "Gazeta" o texto de introdução.

Introdução ao artigo de Murray Gell-Mann

*Armando Policarpo**



Murray Gell-Mann, cientista do maior mérito e Prémio Nobel da Física, tem dedicado nos últimos anos, no âmbito da sua actividade científica, a melhor atenção a alguns aspectos do estudo da simplicidade e da complexidade. É autor de um "best-seller", "O Quark e o Jaguar, Aventuras no Simples e no Complexo" (Gradiva, Lisboa, 1997), em que disputa com humanistas a primazia de uma escrita culta e revela os seus interesses de uma vida inteira pela história natural, a evolução biológica, a sociologia, o pensamento criativo, a evolução cultural e, mais recentemente, por aspectos políticos e sociais, como o desenvolvimento económico sustentável.

Vou abordar, à laia de introdução à comunicação de Gell-Mann, alguns aspectos da estruturação da ciência. Farei uma simples referência aos muitos domínios que foram surgindo na constante procura da simplicidade e que, como os cacos do arqueólogo, têm no seu conjunto uma realidade que os excede.

Nesta breve abordagem surge clara a minha formação como licenciado num ramo da ciência, as Ciências Físico-Químicas, que vi, ao longo da minha vida universitária e só na minha universidade, ramificarem-se mais e mais em cerca de meia dúzia de novas licenciaturas...

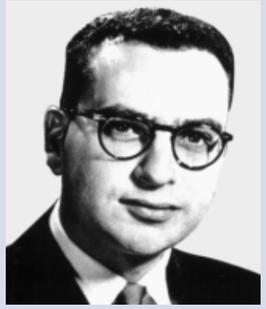
A ciência é um produto do espírito humano. Nela claramente distinguimos duas grandes tendências, a lógica e a intuitiva, dois modos associados ao pensamento humano durante todo o período em que a ciência se foi fazendo. Eles vão alternando na construção do progresso científico, ao golpe da intuição sucedendo-se a tranquilidade da lógica. Por exemplo, ligado ao sucesso tão recente da ciência (nos séculos XVI e XVII) está o espírito lógico. Com ele nasceram as leis da Física apoiadas na Matemática, que nos impõem uma harmonia, uma simplicidade maravilhosas. O que é o simples? Em particular, o conteúdo de uma lei da ciência, um verdadeiro triunfo do espírito humano. Ainda há poucos séculos vivíamos num mundo complexo cheio de milagres permanentes.

A que se deve o triunfo da lógica sobre a intuição na evolução científica? A querermos o rigor e a certeza que muito simplesmente a intuição não nos dá.

E, no entanto, da lógica não se espera muito: ela é em si mesma tautológica, assegurando-nos que se cumprem as regras do jogo, que todos os passos estão correctos, mas parando aí. O que há de ilógico na concepção de uma realidade firme, no sentido de exibir propriedades independentes dos instrumentos de medida? Ou em admitir que a velocidade de propagação de um sinal é infinita? Ou em pensar que a mecânica newtoniana, boa para o mundo sublunar e para os céus, é também aplicável a sistemas atómicos? A dedução tem relações tensas com o carácter experimental da Física, mas é menos enganadora do que a intuição.

A intuição é, assim, a grande vencedora: a ela associamos o progresso real, em particular todo o desenvolvimento da Física Moderna. Mas, poderosa como é, a intuição pode enganar-nos completamente. A título de exemplo e num domínio que não consente a mentira, a Matemática, parece evidente que toda a função contínua tem derivada, que uma curva tem sempre uma tangente, mas, de facto, não é assim.

Associados às revoluções científicas não estão só os espíritos lógico e o intuitivo. Há certamente outros factores de natureza distinta. Por exemplo, um essencial: a independência total do cientista, a liberdade de ele, sem repressão, fazer tábua rasa de verdades ou sentimentos.


Murray Gell-Mann nos anos 60

E nos séculos seguintes, surgiu um outro motor, agora bem reconhecido como tal, o instrumento: o telescópio, o cálculo diferencial, o acelerador de partículas, a geometria de Riemann, o computador condicionam e geram o progresso da ciência.

Mas há ainda, pelo menos, um outro factor que se associa à evolução científica, o desenvolvimento de uma árvore imensa que se divide em ramos cada vez mais numerosos e mais finos, que cada vez mais se afastam do tronco, da unidade: a divisão do complexo em partes, partes que julgamos mais simples. Mas, nesta evolução, há certamente um elemento intuitivo; é pois fácil cometer erros.

De qualquer modo, sentimos que o todo é maior do que a soma das partes, que algo se perdeu neste processo.

Temos agora consciência de uma excessiva simplificação, numa procura constante e subordinada da exactidão.

A nossa ciência é um mosaico disperso nas mãos da lógica e da intuição, ambas, com os seus defeitos e as suas virtudes, igualmente necessárias ao progresso.

Quais serão as primeiras pernadas desta árvore da sabedoria? A noção da existência de um real ao qual podemos ser estranhos, algo que está lá "fora"? Sem esta noção,

Introdução

o que é o determinismo clássico? Será um ramo inicial a linguagem matemática, com as suas entidades abstractas e bem definidas, em oposição à linguagem comum? Independentemente da sua génese, é cada vez mais claro que há ramificações erradas, no sentido de que não contribuíram para o avanço da ciência ou que procuram apressadamente refundir-se. Quase no nosso tempo, sabemos de ramificações que se fizeram e desfizeram: até ao fim do século XVII, a Física e a Química eram domí-nios ortogonais, que se reencontraram quando a Física começa a invadir os domínios das propriedades da matéria (e a interessar-se menos pela Mecânica Celeste). Mais de uma década antes de surgir o electrão na Física, a sua carga elementar e universal era essencialmente considerada apenas na Electroquímica.
A Espectroscopia, que nos leva às galáxias mais distantes, é bem Física e Química, tanto na sua génese como nas suas aplicações. A Mecânica Quântica surge-nos como um rebento novo da mecânica, mas é Einstein que comenta "... na Mecânica Quântica, com os seus estados e transições, já não é mesmo possível distinguir claramente a Física da Química".
A ciência tem olhado a realidade pela razão, uma visão estreita uma vez que a emoção, por exemplo, contempla horizontes mais amplos. A complexidade é uma nova síntese da ciência e talvez aproxime estas duas perspectivas, talvez faça a fusão das duas culturas, aproximando o cientista e o filósofo. A complexidade, a meio caminho entre a ordem e o caos, ao tratar a Física e a Biologia, não pode deixar de nos surpreender: a lei do aumento da entropia, o aumento da desordem, por um lado, e a evolução biológica e social que, por outro lado, está associada a transições para níveis mais complexos. Mas, por agora, a complexidade é simplesmente uma ciência, com a sua metodologia e a sua instrumentação, que utiliza as mesmas técnicas abstractas conhecidas da Física, Antropologia, Economia, Sociologia, etc., e que procura, de acordo com a nossa visão reducionista, os poucos, tão poucos quanto possível, elementos simples que constituem o complexo. A ciência actual, com meia dúzia de partículas e de interacções, construiu os protões, os átomos, as células, as galáxias. A ciência estende agora essa construção, sendo a complexidade um novo objecto da ciência. Não se iludam os leitores de Gell-Mann: está em causa ciência dura.
O encontro "Fronteiras da Ciência", incluindo como tópicos "Cosmos, Matéria e Complexidade, Vida e Homem, Sociedade e Futuro" tem, pois, razão de ser. "É necessário suplementar os estudos especializados com um olhar muito atento, mesmo que grosseiro, do todo", diz Murray Gell-Mann. Acrescenta, no entanto, o que todos bem sabemos: que o prestígio social e académico recompensa os que estudam cuidadosamente alguns aspectos de um problema, enquanto a discussão do grande conjunto é relegada para as conversas de café. Mas, afinal, não foi a Sociedade Francesa de Física quem recentemente alugou um café (um café "art nouveau" em Saint-Germain) para conversar sobre Física com toda a gente, como parte da sua reunião anual? É que as ciências não se podem ignorar umas às outras. Mais do que isso, o mundo real está presente na totalidade das ciências.
Na sua comunicação, Gell-Mann aborda a quantificação de aspectos que associamos à complexidade, mas apresenta sobretudo algumas reflexões que procuram generalizar este conceito, inquirir da sua génese, prever o seu comportamento, procurar noções intuitivas de complexidade, e compreender o modo como esta pode emergir da simplicidade.

* Departamento de Física da Universidade de Coimbra,
policarpo@filip3.fis.uc.pt

*Murray Gell-Mann **

Pléctica:

o estudo da simplicidade e da complexidade

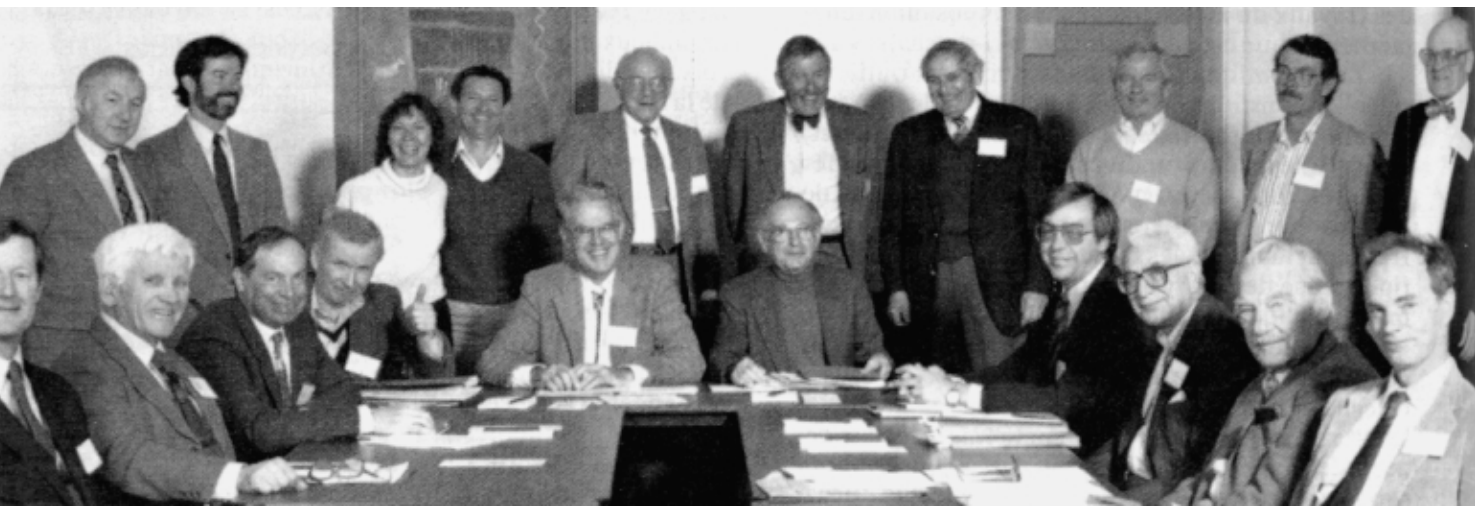
É um prazer comunicar com Coimbra através do sistema de teleconferência. Lamento muito não poder estar presente pessoalmente, pois gostaria, desde há muito tempo, de visitar essa antiga e maravilhosa universidade. Vamos hoje debruçar-nos sobre o tema a que chamo *pléctica,* o estudo da simplicidade e da complexidade.
No Instituto de Santa Fé, que ajudei a criar, lidamos principalmente com assuntos que se relacionam com a simplicidade e a complexidade. Cheguei ao nome *pléctica* da seguinte forma. A palavra "complexo" vem de *plexus*, que significava originalmente "entrelaçado", e *com-*, que significa "uns com outros", ou seja complexo significa "entrelaçado de uns com outros". Do mesmo modo, "simples" deriva de raízes que significam "dobrados uma única vez". As palavras latinas que sigificam "entrelaçado" e "dobrado" têm a sua origem mais remota na raiz indo-europeia *plek-*. Em grego, esta raiz origina *plektos,* que significa "entrelaçado". Assim, ao usar a palavra *plectics* estou a descrever o tema da simplicidade e da complexidade sem dizer se estou a falar sobre algo simples ou complexo.
Então, o que entendemos por complexidade e pelo seu oposto, simplicidade? Seriam precisos muitos conceitos, muitas grandezas, para captar todos os diferentes significados implícitos no nosso uso da palavra complexidade. Mas existe um conceito — a que chamo complexidade efectiva — que representa de forma bastante aproximada aquilo que normalmente queremos dizer quando usamos esta palavra em linguagem vulgar ou no discurso científico. Uma definição não-técnica de complexidade efectiva seria o comprimento de uma descrição extremamente comprimida das regularidades de uma determinada entidade. A compactação — a eliminação da redundância — é muito importante; de outra forma, o comprimento da mensagem preocupar-nos-ia muito pouco.
No meu livro "O Quark e o Jaguar" [1], refiro o caso de uma professora primária que pediu aos seus alunos que escrevessem uma redacção de 300 palavras como trabalho de casa para o fim de semana. Um aluno, que passou o fim de semana a brincar na rua (como eu terei feito quando criança), gatafunhou à pressa já na segunda-feira de manhã o seguinte: *«Ontem os vizinhos tiveram um incêndio na cozinha. Pus a cabeça de fora da janela e comecei a gritar "fogo! fogo! fogo! fogo! fogo! fogo!..."».* Escreveu a palavra *fogo* um número de vezes suficiente para cumprir a exigência das 300 palavras da redacção. Contudo, ele poderia ter comprimido aquela descrição dizendo «[...] *Pus a cabeça de fora da janela e comecei a gritar "fogo!"* duzentos e oitenta vezes», mas a professora insistia num ensaio com 300 palavras. Um modo de considerar a compactação consiste na utilização do conceito de *conteúdo algorítmico de informação,* com o qual muitos estão certamente familiarizados. Ele foi definido para uma cadeia de *bits* [2], que é uma cadeia de zeros e uns, ou uma entidade descrita por uma cadeia de zeros e uns.
O conteúdo algorítmico de informação é o comprimento do programa mais curto que pode fazer com que um dado computador universal *U* imprima aquela cadeia de *bits* e, de seguida, termine imediatamente o cálculo.

Qualquer tipo de definição que utiliza o comprimento da descrição, mesmo o comprimento de uma descrição muito concisa, envolve sempre uma certa arbitrariedade ou dependência contextual. Estamos a descrever uma dada entidade e a descrição está codificada sob a forma de uma cadeia de *bits*. Obviamente que é relevante o grau de pormenor com que descrevemos o objecto. Em Física chama-se a isto granularidade grossa. A linguagem na qual está expressa a descrição original pode também interessar, e o conhecimento e a compreensão do mundo partilhados com o nosso correspondente são certamente importantes. Todas estas coisas ajudam a determinar o comprimento da descrição. Quando a descrição é então codificada sob a forma de uma cadeia de *bits* para ser impressa por um computador, passamos a ter uma dependência contextual adicional, devida à convenção utilizada no códico escolhido e também à escolha do computador universal. Mas, se considerarmos toda esta dependência do contexto, podemos fornecer uma definição mais técnica da complexidade efectiva: o conteúdo algorítmico de informação das regularidades de um objecto. Isto significa que a totalidade do conteúdo algorítmico de informação do objecto é dividido em dois termos – um que descreve as suas regularidades e outro que descreve as restantes características, que são consideradas acidentais ou aleatórias.

que estamos a fazer a distinção entre as regularidades no padrão e várias outras características da gravata que consideramos aleatórias ou acidentais, tais como as nódoas de sopa ou as pequenas irregularidades no tecido... Estas características não estão incluídas na descrição.

Padrões de gravatas e *bits*

Se nos concentrarmos apenas nas regularidades apresentadas pelo padrão desta outra gravata, concluímos que, contrariamente à anterior, ela é bastante complexa. É uma gravata de Austin, no Texas, pintada à mão, e levaria muito tempo a descrever a regularidade do seu padrão.
A sua complexidade efectiva é elevada. Estas gravatas estiveram na moda há dois ou três anos, mas agora estão fora de moda e regressámos às gravatas simples, muitas vezes com riscas horizontais em vez de diagonais.
Consideremos agora uma cadeia de *bits* constituída unicamente por uns. Ela é, obviamente, muito simples, visto que é tão fácil descrever a sua regularidade. Tem uma complexidade efectiva muito pequena tal como um baixo conteúdo algorítmico de informação.
No outro extremo da escala de conteúdo algorítmico de informação teríamos uma longa cadeia de *bits* quase sem regularidades – uma cadeia de zeros e uns incompressível



Grupo fundador do Instituto de Santa Fé. Gell-Mann é o terceiro em baixo, a contar da direita.

Deixem-me usar estas gravatas como exemplo. Aqui no Novo México usamos estas gravatas tradicionais feitas pelos índios locais; mas noutros sítios, em ocasiões algo mais formais como esta, usaríamos uma gravata normal. Há alguns anos, estas gravatas com riscas diagonais paralelas vermelhas e amarelas estavam muito na moda. Podemos ver que esta gravata é muito simples.
O comprimento da sua descrição é trivial – podemos fornecer apenas as cores, largura e espaçamento das riscas e a cor de fundo da gravata. Contudo, deve notar-se

ou "aleatória", sem regularidades excepto o comprimento. O seu conteúdo algorítmico de informação é muito elevado. Na verdade, ele toma o valor máximo possível para aquele comprimento de cadeia. O programa mais curto para a descrever seria um que dissesse "Escrever" seguido pela própria cadeia de *bits*. Apesar de ter o maior conteúdo algorítmico de informação possível, a sua complexidade efectiva é novamente muito pequena, uma vez que não possui quaisquer regularidades excepto o comprimento.

Então, em ambos os casos extremos, para uma cadeia muito simples e para uma muito desordenada, existe uma complexidade efectiva pequena. A complexidade efectiva pode ser grande apenas entre estes extremos, para qualquer coisa que caia entre as situações extremas de ordem e desordem, qualquer coisa que tenha muitas regularidades diferentes.

Não há um procedimento matemático bem definido que permita garantidamente encontrar todas as regularidades de uma cadeia de *bits* ou de uma entidade descrita por ela. Em geral, identificamos regularidades através de informação partilhada, conhecida tecnicamente por informação mútua. Se processarmos uma cadeia de *bits* de certa maneira e verificarmos que, depois, a podemos dividir em duas ou mais partes e que estas partilham um conjunto de informação, então podemos concluir que existe uma regularidade nessa cadeia. Apesar da informação mútua ser um diagnóstico da regularidade, ela não nos fornece uma medida do conteúdo algorítmico de informação dessa regularidade; por isso, a informação mútua é bastante distinta da complexidade efectiva.

Embora haja mecanismos que permitem identificar regularidades, não existe, tal como já indiquei, nenhum procedimento matemático que possa garantir a identificação de todas as regularidades. Então, a complexidade efectiva, o conteúdo algorítmico de informação das regularidades, depende em parte de quem ou do que descreve o objecto.

Voltemos às nossas gravatas. Recordemos que, quando analisámos a complexidade efectiva dos padrões, ignorámos os diferentes tipos de manchas. Contudo, suponhamos que éramos empregados de uma lavandaria a seco. Nesse caso, não daríamos grande importância aos padrões das gravatas; em vez disso, concentrar-nos-iamos nas nódoas de sopa, de sangue, de vinho, etc. Estas são as regularidades importantes para o empregado da lavandaria.

O que são os sistemas que identificam regularidades perceptíveis e comprimem a sua descrição numa mensagem breve? Estes sistemas são aquilo que designamos por sistemas adaptáveis complexos, os sistemas que aprendem ou se adaptam ou evoluem do mesmo modo que os seres vivos. Cada um de nós é um sistemas destes, capaz de identificar regularidades perceptíveis na cadeia de dados que nos atinge e de distingui-las daquilo que percepcionamos como aleatório ou acidental, comprimindo de seguida a descrição dessas regularidades numa mensagem breve.

Podemos descrever o modo como um sistema adaptável complexo funciona. Ele começa por receber uma cadeia de dados sobre o universo, incluindo ele próprio. Certas regularidades presentes nos dados são identificadas e comprimidas numa mensagem muito curta, a que chamo esquema. Este esquema pode ser usado, conjuntamente com alguns dados adicionais presentes na cadeia de dados original, para descrever características do universo, prever o comportamento de objectos no universo, ou determinar comportamentos a assumir pelo sistema adaptável complexo: a descrição pode ser melhor ou pior; as previsões podem revelar-se verdadeiras ou falsas; a prescrição de um determinado comportamento no mundo real pode resultar em sucesso ou em fracasso, sobrevivência ou desaparecimento. Estas consequências desenvolvidas no mundo real são então devolvidas ao sistema adaptável complexo, de forma a condicionar os processos internos de selecção entre os vários esquemas em competição. (Apesar de um esquema ter de possuir algum grau de estabilidade ou robustez, tem também de ser capaz de experimentar pequenas variações, sofrer mutações mais drásticas ou mesmo de ser substituível por outro.)

Sistemas adaptáveis complexos e esquemas

Todos os exemplos de sistemas adaptáveis complexos existentes na Terra, pelo menos todos aqueles que conhecemos, estão relacionados de alguma forma com a vida, embora não sejam necessariamente formas de vida ou mesmo partes ou associações de sistemas vivos. Além disso, têm uma tendência para originar outros sistemas adaptáveis complexos.

Entre os sistemas adaptáveis complexos do nosso planeta encontram-se as reacções químicas pré-bióticas que originaram as formas primordiais de vida. Assim, a evolução biológica é um sistema adaptável complexo, tal como o comportamento de cada organismo individual resultante da evolução biológica. Partes dos organismos podem também funcionar como sistemas adaptáveis complexos — por exemplo, o nosso sistema imunológico. O funcionamento do cérebro humano, conduzindo à aprendizagem e ao pensamento individual, é também um sistema adaptável complexo. Podemos também observar o comportamento de grupos organizados de pessoas: a evolução cultural humana em geral é um sistema adaptável complexo e as organizações humanas, tais como as empresas, evoluem como sistemas adaptáveis complexos.

Há também sistemas adaptáveis complexos não-vivos. Os nossos computadores são agora suficientemente sofisticados para possibilitar que neles se estabeleçam sistemas adaptáveis complexos, em geral através da utilização de *software*. Onde está, neste caso, a ligação com a vida? Bem, existe uma concordância generalizada que os "maníacos dos computadores" que aperfeiçoaram o *software* para estes sistemas adaptáveis complexos nos computadores são, de facto, seres vivos!...

O que são, então, os esquemas? Consideremos um sistema adaptável complexo muito familiar que envolve muitos seres humanos, nomeadamente o empreendimento científico, no qual a maior parte de nós participa.

Os esquemas são aqui as teorias. As teorias são robustas e sobrevivem, em geral, quando alcançam sucesso na previsão das propriedades do mundo real. Quando

observações realizadas cuidadosamente conduzem sistematicamente a resultados que não concordam com a teoria, então esta é modificada ou substituída por outra. Além do empreendimento científico, no qual os esquemas são as teorias, podemos considerar a evolução biológica, onde os esquemas são os genótipos, e a evolução da sociedade humana, onde os esquemas são as leis, tradições, mitos, costumes, e por aí fora. Estes esquemas são constituídos por unidades que Richard Dawkins baptizou de *memes*, que desempenham um papel análogo ao dos genes na evolução biológica. Conjuntos de *memes* constituem o DNA cultural para a evolução social.
Voltemos de novo aos sistemas adaptáveis complexos nos computadores. Existem algoritmos genéticos, que se baseiam numa analogia muito imperfeita com a evolução biológica. Existem as designadas redes neuronais, que se baseiam numa analogia muito imperfeita com a forma como se pensa que o sistema nervoso humano – em especial o cérebro – funciona. Mas poderia haver muitos mais. Poderíamos ter dezenas de tipos diferentes de métodos computacionais adaptáveis e tais métodos não têm de se basear em analogias com modelos do cérebro ou da evolução biológica. Tem de existir uma classe muito vasta de sistemas adaptáveis complexos nos computadores. O que é esta classe? Que membros dessa classe podem ser utilizados para resolver cada tipo de problema? Sabemos que existem alguns problemas para os quais os algoritmos genéticos são adequados, enquanto, noutros casos, estes algoritmos não têm utilidade nenhuma. O mesmo se pode dizer das redes neuronais – há certos problemas de optimização, por exemplo, para os quais as redes neuronais funcionam muito bem, mas existem outros para os quais não funcionam. Pode demonstrar-se que não existe nenhum sistema adaptável complexo num computador que seja bom para todos os problemas de optimização. Cada um tem o seu domínio de aplicabilidade, e é um grande desafio para a teoria compreender todas as classes de sistemas adaptáveis complexos nos computadores e descobrir qual é o melhor para cada espécie de problema.
Devo agora chamar a atenção para o facto de nem toda a gente usar a minha notação. John Holland, o inventor original dos algoritmos genéticos e meu colega e amigo, usa uma terminologia diferente. Aquilo a que eu chamo sistema adaptável complexo é algo semelhante ao que ele designa por modelo interno. Ele usa o termo sistema adaptável complexo para designar o que eu chamaria de agregação fraca de sistemas adaptáveis complexos que se assemelham um aos outros. (Exemplos destes incluem um mercado constituído por investidores e um sistema ecológico constituído por organismos.) Ao usarmos diferentes terminologias, estamos ambos a ilustrar o famoso adágio que afirma que um cientista mais facilmente usaria a escova de dentes de outra pessoa do que a nomenclatura inventada por outro cientista.
Por vezes, uma aparente complexidade não reflecte uma complexidade efectiva elevada. Além do comprimento do programa mais curto que faria um determinado computador universal imprimir a descrição das regularidades da entidade em questão, temos também de considerar quanto tempo levaria o computador a imprimir a descrição com esse programa simples. Esta propriedade é conhecida por profundidade lógica das regularidades, conforme foi discutido por Charles Bennett.

Complexidade aparente e complexidade efectiva

Consideremos, por exemplo, os níveis de energia de um núcleo atómico. As regras que determinam esses níveis de energia parecem, à primeira vista, muito complicadas, mas acreditamos actualmente que elas se podem obter a partir de duas teorias físicas simples: a electrodinâmica quântica (a teoria quântica de campos das interacções electromagnéticas) e a cromodinâmica quântica (a teoria quântica de campos dos quarks e gluões). Acreditamos que, se unificássemos estas duas teorias, obteríamos uma descrição muito pormenorizada dos núcleos atómicos, incluindo os valores de todos os seus níveis de energia. Mas os cálculos são extremamente longos e difíceis nos computadores actualmente existentes, usando métodos conhecidos de cálculo, e a maior parte deles não foram ainda efectuados. Este é, pois, um caso em que estamos aparentemente a lidar com algo muito complexo, mas que tem, de facto, uma complexidade efectiva reduzida, embora possua bastante profundidade lógica. Por outras palavras, o problema envolve um programa curto, mas que está associado a um tempo de computação muito longo.
Consideremos agora um caso em que não estamos ainda certos se a complexidade aparente reflecte a existência de uma grande complexidade efectiva ou de uma grande profundidade lógica. Constituem as características universais da bioquímica na Terra um sistema único? Ou há muitos tipos diferentes de bioquímicas possíveis para sistemas que se assemelham à vida florescentes noutros planetas, que gravitam em torno de outras estrelas, noutras partes do Universo? Não parece existir nada particularmente especial no nosso sistema solar ou no nosso planeta ou, por isso, na vida, que apareceu cedo na Terra, logo após ter terminado o intenso bombardeamento a que esta esteve sujeita. É mais provável, então, que haja muitos mais planetas no Universo que possuam qualquer coisa semelhante à vida, isto é, sistemas adaptáveis complexos com uma química que se assemelha de alguma maneira à bioquímica terrestre. Mas terão essas bioquímicas de ser iguais? Ou há uma vasta gama de possíveis bioquímicas? Não sabemos realmente e os especialistas não estão de acordo nesta matéria.
Alguns deles pensam que os constrangimentos fundamentais da Física limitam as bioquímicas a apenas um reduzido

número de possibilidades. Outros teóricos acreditam que há muitas bioquímicas possíveis, das quais temos apenas um exemplo aqui na Terra. Se aceitarmos as ideias do primeiro conjunto de teóricos, a bioquímica tem uma complexidade efectiva reduzida porque pode ser obtida a partir das leis da Física. A forma de a obter pode, contudo, ser longa, o que implicaria uma boa dose de profundidade lógica. Por outro lado, se os outros teóricos estiverem correctos, a bioquímica na Terra tem uma complexidade efectiva apreciável, visto que dependerá tanto dos acidentes inesperados e casuais da história como da Física fundamental.

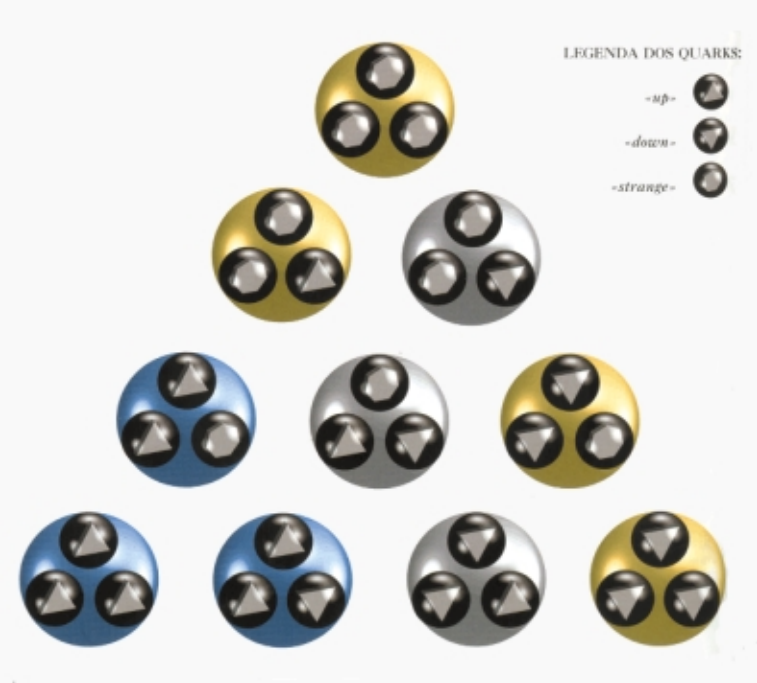
Este problema conduz à questão do modo como surge a complexidade no Universo. De onde surge a complexidade efectiva? Aqueles que estudam as leis fundamentais da Física acreditam, tal como eu, que essas leis são extremamente simples. Existem apenas duas dessas leis.

A primeira é uma teoria unificada de todas as partículas elementares e de todas as forças da Natureza. Pode ser que esta teoria tenha já sido formulada, na forma da maravilhosa candidata que brotou da teoria das supercordas que hoje é conhecida por "Teoria M". O outro princípio fundamental da Física é a condição inicial do Universo, nas proximidades do início da sua expansão, há cerca de 10 mil milhões de anos. Esta pode também ser simples.

De facto, algumas ideias específicas têm sido propostas segundo as quais a condição inicial do Universo poderia ser simples.

Há cem anos, teríamos dito que, fornecidas a teoria fundamental e a condição inicial, poderíamos, em princípio, prever toda a história do Universo. Mas hoje sabemos que não é assim. As nossas teorias são probabilísticas em vez de serem totalmente determinísticas. Por isso, a história do Universo é determinada simultaneamente por estes dois princípios fundamentais e pela sequência inconcebivelmente longa de acidentes inesperados e casuais com vários resultados possíveis. Antes de cada acontecimento, só estão disponíveis as probabilidades relativas associadas aos vários resultados possíveis. Um exemplo muito simples retirado da experiência laboratorial é a desintegração radioactiva de um núcleo atómico, com emissão, por exemplo, de uma partícula alfa. A direcção segundo a qual essa partícula é ejectada é absolutamente indeterminável antes de ela ser observada; todas as direcções são igualmente prováveis. No entanto, quando ela é, de facto, observada, torna-se fácil descobrir a direcção segundo a qual foi emitida.

Podemos pensar nas histórias alternativas do Universo como formando uma árvore ramificada, com uma determinada probabilidade associada a cada um dos ramos. À medida que o tempo passa e uma dada ramificação é atingida, um dos seus ramos é seleccionado. Contudo, antes da ramificação surgir, existem apenas probabilidades para as diferentes alternativas.



Acidentes congelados e história do Universo

O notável escritor argentino Jorge Luís Borges escreveu um pequeno conto intitulado *"O Jardim das Encruzilhadas"*, no qual alguém construiu, sob a forma de jardim, um modelo de histórias ramificadas do Universo.

Pensemos apenas nos vários acidentes inesperados e casuais que tiveram como resultado nós próprios: a pequena flutuação que produziu a nossa Galáxia; os acontecimentos que foram responsáveis pela formação do nosso sistema solar; os acidentes que determinaram as características da Terra; os acidentes que deram origem à vida, durante a alvorada da história da Terra; todos os acidentes associados à evolução biológica que, conjuntamente com a selecção natural, conduziram ao aparecimento das formas de vida actuais, incluindo os seres humanos; e, depois, os acidentes do espermatozóide e do ovo, da selecção sexual, do desenvolvimento no interior do útero e na infância que conduziram a cada um dos adultos que somos nós.

Agora, de entre os acidentes inesperados e casuais da história do Universo, alguns são mais geradores de informação mútua, mais geradores de regularidades do que outros. A flutuação que deu origem à nossa Galáxia, por exemplo, pode não ser considerada muito importante à escala cósmica, mas, para tudo o que existe nessa galáxia, é de enorme importância que ela tenha tido oportunidade de surgir. Da mesma forma, muitos eventos na história da humanidade representam ramificações com consequências de enorme relevância para a história futura da humanidade na Terra.

Hoje em dia, os historiadores gostam de referir Annie Oakley, a famosa mulher pistoleira do elenco do espectáculo *"Buffalo Bill Cody's Wild West Show"*, que

esteve em digressão pela Europa em 1889. Num dos números do espectáculo, Annie Oakley propunha-se, com um tiro, fazer saltar parte de um charuto da boca de um espectador que se oferecesse como voluntário. Normalmente, ninguém se oferecia voluntariamente para esta experiência arriscada, e o seu marido, também ele um famoso atirador, saltava para a frente com o seu charuto. Annie Oakley acertava nas cinzas do charuto do seu marido e a assistência aplaudia. Mas em Berlim, em 1889, surgiu um voluntário da audiência – o *Kaiser*. Ele estava no trono há pouco mais de um ano quando se ofereceu para ser a vítima do número de destreza de Annie Oakley. Ela estava preocupada com a sua pontaria – tinha bebido muito – mas não teve escolha. O *Kaiser* retirou a cinta do seu caro havano, aparou-lhe a ponta com o seu cortador de prata, colocou-o na boca e acendeu-o. Annie apontou à extremidade do charuto e acertou nas cinzas. Ela não matou o *Kaiser,* mas o que aconteceria se o tivesse feito? A História teria sido provavelmente bastante diferente. A Primeira Guerra Mundial teria sido muito diferente – de facto, poderia nunca ter acontecido – e por aí fora. Aqui temos um exemplo de um acidente congelado, um acontecimento casual que produz uma grande quantidade de informação mútua futura numa porção do Universo que nos interessa.

Podemos agora responder à pergunta: porque é que há, em tantos domínios da experiência, uma tendência para que, à medida que o tempo passa, surjam entidades cada vez mais complexas? As leis fundamentais da Natureza, como vimos, são muito simples, incluindo a condição inicial do Universo, mas essas leis são probabilísticas. A evolução histórica dá-se numa árvore ramificada de probabilidades, com acidentes junto às ramificações. Alguns desses acidentes – os acidentes congelados – são mais importantes do que outros. À medida que o tempo flui, mais e mais acidentes congelados podem ser acumulados, tornando possível a emergência de mais e mais regularidades. Se a acumulação de resultados de acidentes congelados se sobrepõe à sua eliminação, surgem então coisas cada vez mais complexas com o decorrer do tempo. Não é, naturalmente, verdadeiro que cada coisa individual se torne mais complexa. Longe disso; por exemplo, organismos e civilizações morrem e ficam, obviamente, muito menos complexos nesse processo. Mas o que podemos afirmar é que, em muitos casos, o conteúdo de complexidade tende a crescer à medida que o tempo passa, de tal forma que são produzidas entidades cada vez mais complexas.

O aparecimento com o tempo de entidades progressivamente mais complexas não é, de forma nenhuma, incompatível com a famosa segunda lei da Termodinâmica, que afirma que a desordem média, a entropia, de um sistema fechado tem tendência para aumentar com o tempo. Mas isso é assim no caso da desordem *média* – não há nada que impeça a existência de mecanismos de auto-organização capazes de produzir ordem local a expensas de uma maior desordem noutro lugar. Conhecemos muitos mecanismos de auto-organização, por exemplo a atracção gravitacional, que produziu as galáxias, estrelas, planetas, rochas, etc.

Do mesmo modo, temperaturas baixas originam formas belas e regulares como os cristais ou os flocos de neve. Deixem-me concluir colocando uma interrogação sobre o futuro. Continuarão a surgir no Universo coisas cada vez mais complexas? Bem, nós não temos a certeza, mas podemos especular. Muitos físicos teóricos acreditam, apesar de até agora as experiências não o terem ainda provado, que acabará por se descobrir que o protão é instável. Se for assim, então os núcleos atómicos são instáveis, com tempos de vida talvez da ordem de grandeza de 10^{35} anos (isto é, um um seguido de 35 zeros - um número enorme de anos). Passado algum desse tempo, grande parte dos núcleos teria desaparecido e os átomos e as moléculas teriam desaparecido também. A maioria das regularidades com que estamos familiarizados teria desaparecido e poderia então acontecer que entidades mais complexas não continuassem a surgir. De facto, o conteúdo de complexidade poderia começar a encolher quando a maior parte dos núcleos tivesse desaparecido. Contudo, este não é assunto que nos deva preocupar de imediato. Temos hoje em dia, certamente, preocupações muito mais prementes!...

* Santa Fe Institute, Santa Fé, E. U. A.

(Subtítulos da responsabilidade da redacção)

NOTAS

[1] "O Quark e o Jaguar: Aventuras no Simples e no Complexo", Gradiva, Lisboa, 1997.

[2] *bit* = binary digit, em português, algarismo binário.

Crédito da figura da página 11:

G. Frazer, E. Lillestøl e I. Sellevag, "À Descoberta do Definito", Bertrand, Lisboa, 1995.

Uma normal muito anormal

*J. P. Silva **
*A. J. Silvestre ***

A linha da força de reacção normal a um plano tem sempre de passar pelo centro da massa do corpo? Neste artigo, os autores sustentam que não é forçoso que assim aconteça, e propõem um método de explicação que é simultaneamente pedagógico e divertido.

Introdução

O objectivo deste artigo é apresentar um método pedagógico e lúdico de explicar aos alunos que a linha de acção da força de reacção normal a um plano não tem forçosamente que passar pelo centro de massa (CM) do corpo. Esta questão põe-se, por exemplo, no caso de um objecto colocado sobre um plano inclinado e deve ser discutida após o estudo da dinâmica de rotação. Naturalmente, é sempre possível apresentar a solução correcta do problema *ab initio*. Contudo, verificámos que muitos alunos de mecânica do ensino superior (que, na maioria dos casos, já foram confrontados com a solução correcta do problema) continuam a desenhar a reacção normal do plano sobre o corpo no centro de massa do corpo. Surpreendentemente, uma grande percentagem destes alunos desenha correctamente a força de atrito paralela ao plano e na linha que separa o corpo do plano (ver Fig. 1).

Este facto levou-nos a ensaiar um jogo no qual o professor e os alunos vão obtendo sucessivas conclusões completamente absurdas que derivam do diagrama de corpo livre proposto pelos alunos para descrever o equilíbrio estático de um corpo sobre um plano inclinado com atrito (ver Fig. 1).

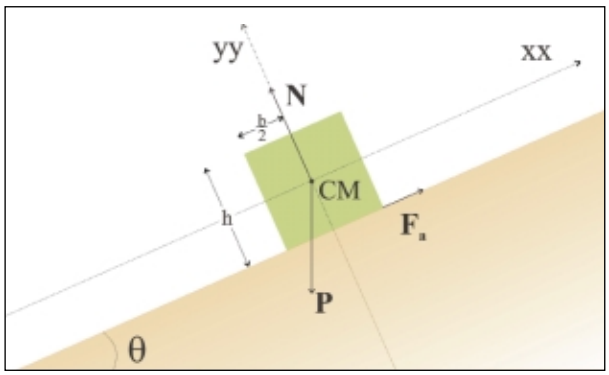


Figura 1 — Diagrama de corpo livre proposto frequentemente pelos alunos para o estudo do equilíbrio estático de um objecto sobre um plano inclinado. O que está mal?

Este método, que temos utilizado com algum sucesso, tem três vantagens:
1. A actividade tem carácter "lúdico" e, por isso, será mais facilmente recordada.
2. Permite aos alunos perceberem imediatamente a razão pela qual o diagrama de corpo livre da Fig. 1 tem que estar errado.
3. Os alunos serão confrontados com a eficácia das demonstrações por redução ao absurdo.

O primeiro absurdo

Consideremos então um objecto (por exemplo, um móvel), homogéneo, de altura h e base b colocado sobre um plano com inclinação, que não desliza ao longo do plano devido ao atrito [1]. O nosso objectivo é levar os alunos a concluírem que o diagrama do corpo livre da Fig. 1 está errado. Supomos que os alunos já sabem:
a) Que uma força que actua num corpo rígido pode ser substituída por uma outra igual colocada num ponto ao longo da sua linha de acção. Ela tem que ser igual para provocar o mesmo efeito de translação e tem que estar na mesma linha de acção para provocar o mesmo efeito de rotação. Alguns livros referem-se a este facto dizendo que "uma força pode ser deslocada ao longo da sua linha de acção". Em particular, a força de reacção normal da Fig. 1 poderia ter sido deslocada ao longo da sua linha de acção por forma a estar na linha de contacto entre o corpo e o plano.
b) O peso deve ser desenhado no CM. De facto, o efeito de todas as pequenas forças gravíticas verticais que actuam sobre cada uma das partículas constituintes do corpo rígido é uma força vertical colocada no CM.
c) A força de atrito deve ser desenhada num dos pontos de contacto e é paralela ao plano de contacto.
Do esquema representado na Fig. 1 podemos deduzir a seguinte equação da dinâmica de rotação:

$$F_a\, h/2 = I_{CM}\, \alpha \qquad (1)$$

onde F_a, I_{CM} e α são, respectivamente, a intensidade (o módulo) da força de atrito, o momento de inércia do corpo em relação ao CM e a aceleração angular. Da última equação deduzimos que

$$\alpha = \frac{F_a\, h}{2 I_{CM}} \neq 0 \qquad (2)$$

porque F_a e h são diferentes de zero. Concluímos assim que o corpo roda! Isto é,

Absurdo I: Todos os móveis caem!

Por exemplo, uma tábua de madeira com b = 100 m (comprimento) e apenas h =1 cm (altura) desceria o plano inclinado rodando.

Qual terá sido a origem do erro? Sabemos que a força de atrito e o peso estão bem. Também não parece faltar nenhuma força. Assim, teremos de concluir que o erro só pode ter resultado do facto de a linha de acção da reacção normal ter sido desenhada passando pelo CM do corpo.

O segundo absurdo

Em consequência do resultado anterior, propomos que se desloque (necessariamente para a esquerda) a linha de acção da reacção normal ao plano de uma distância x, por forma a que seja viável a hipótese de o corpo não rodar (ver Fig. 2).

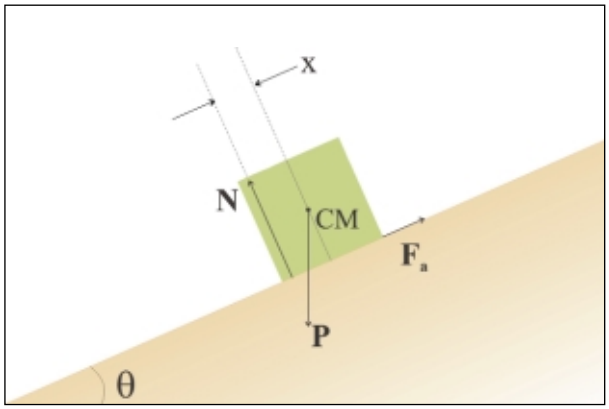


Figura 2 — Linha de acção da força de reacção normal deslocada para a esquerda de uma distância x em relação ao CM do corpo.

A nova equação da dinâmica de rotação é agora:

$$F_a\, h/2 - N\, x = I_{CM}\, \alpha \qquad (3)$$

Esta equação já admite $\alpha = 0$, desde que x satisfaça

$$x = x_o = \frac{F_a\, h}{2\, N} = \frac{h P \sin\theta}{2 P \cos\theta} = \frac{h}{2}\, \mathrm{tg}\theta \qquad (4)$$

Na terceira igualdade usámos o facto de que, no caso de o corpo estar em equilíbrio, as intensidades das forças de reacção normal e de atrito se relacionam com a intensidade do peso (P) através das expressões $N = P \cos\theta$ e $F_a = P \sin\theta$, respectivamente.
Ora, a Eq. *(4)* tem solução. De facto, dados h e θ podemos calcular o x_o necessário para que o corpo esteja em equilíbrio estático. Mas agora temos um outro problema, pois esta equação tem **sempre** solução. Isto é, para quaisquer valores de h e θ, a Eq. *(4)* permite calcular sempre um valor de x_o. Como tal, parece que afinal:

Absurdo II: Nenhum móvel cai!

Por exemplo, podemos pegar na mesma tábua referida anteriormente, mas colocando-a agora de pé (h = 100 m,

b = 1 cm) e concluir que não tombará, por muito inclinado que seja o plano! [2]

A solução de todos os problemas

A solução do Absurdo II é simples. Basta percebermos qual é o significado geométrico de x_o. Uma construção elementar mostra que x_o é a distância que vai da normal que passa pelo CM à normal que passa pelo ponto onde a linha de acção do peso corta a linha de contacto entre o corpo e a superfície do plano (ver Fig. 3). [3]

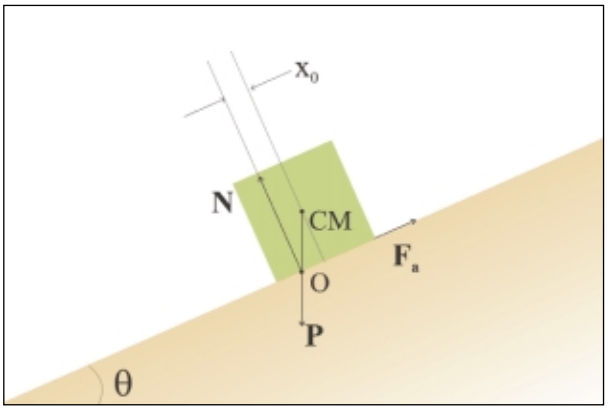


Figura 3 — Posicionamento correcto da força de reacção normal.

Ora, a reacção normal tem de actuar **no corpo**. Como tal, x_o não pode ser maior do que b/2; o caso limite ocorre para um valor crítico θ_C = arctg (b/h). Assim, o corpo não tomba quando $\theta < \theta_C$; tombando se $\theta > \theta_C$. Agora os alunos já podem relaxar. Conseguimos o óbvio: alguns móveis tombam, outros não. Para além disso, a Fig. 3 fornece-nos um método gráfico para determinar qual dos casos ocorrerá para um dado móvel (h e b) e uma dada inclinação (θ).

Esta discussão permite-nos entender também porque é que não se pode equilibrar uma esfera num plano inclinado, por muito pequeno que seja o valor de θ. De facto, uma esfera perfeita e um plano perfeito têm apenas um ponto de contacto. Como tal, não existe qualquer liberdade na escolha da linha de acção da reacção normal. Esta passa necessariamente pelo CM (numa situação em tudo análoga à da Fig. 1) e a esfera é forçada a rodar (ver Fig. 4).

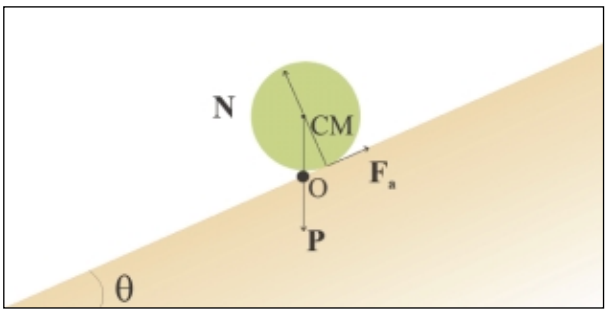


Figura 4 — Diagrama de corpo livre de uma esfera sobre um plano inclinado.

A importância do Princípio da Conservação da Energia

Para não perturbar o ritmo da aula, deixámos pendente uma questão relevante. Com efeito, demonstrámos até aqui que, quando $\theta < \theta_C$, é possível encontrar um valor de x ($x = x_o$) para o qual o corpo não cairá.

No entanto, não demonstrámos que a Natureza é obrigada a satisfazer este critério (embora o contrário implique as consequências absurdas já discutidas). Um método elegante de fazer esta demonstração baseia-se na aplicação do Princípio da Conservação da Energia [4].

Consideremos o esquema da Fig. 5 e suponhamos que $\theta < \theta_C$, mas que a Natureza escolhia $x < x_o$. Neste caso, o corpo rodaria em torno do ponto A. Todavia, como o corpo parte do repouso, a sua aceleração instantânea só tem componente tangencial. Deste modo, a energia cinética do corpo aumentaria porque este passa a ter movimento, mas também aumentaria a sua energia potencial gravítica porque a cota do CM aumentaria em consequência do movimento. Isto violaria claramente o Princípio de Conservação da Energia. Ainda mais dramática seria a situação em que $x > x_o$, de que resultaria uma rotação em torno do ponto B. Concluímos então que, para $\theta < \theta_C$, a colocação da reacção normal em $x = x_o$ não é opcional; é obrigatória. Finalmente, note-se que o movimento de rotação em torno do ponto A é perfeitamente consistente com o Princípio de Conservação da Energia no caso em que $\theta > \theta_C$, pois, neste caso, a aceleração do CM (tangencial, no instante em que se inicia a queda) já corresponde a um decréscimo na cota do CM. Deste modo, a energia cinética aumenta mas a energia potencial gravítica diminui, o que é consistente com o Princípio de Conservação da Energia.

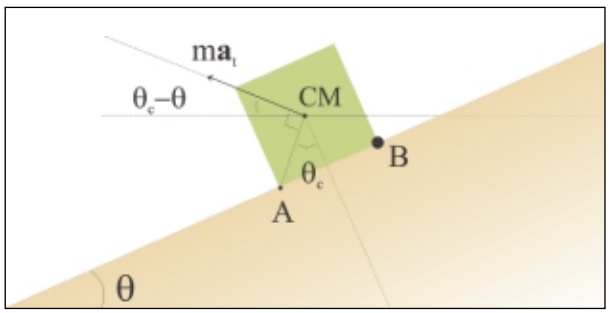


Figura 5 — Caso em que $\theta < \theta_C$. A aceleração tangencial resultante da rotação instantânea em torno do ponto A conduz a uma violação do Princípio da Conservação da Energia.

Conclusão

Durante este exercício supusemos que a força de atrito estático é suficientemente elevada para que o corpo nunca deslize ao longo do plano. A solução correcta deste problema para valores realistas dos coeficientes de atrito estático e cinético poderá ser feita numa aula posterior.

Queremos realçar ainda que este problema é abordado e resolvido de forma correcta em muitos livros de Mecânica e também nalguns manuais de Física do 12º ano.
No entanto, os alunos continuam a chegar aos primeiros (e, excepto em alguns casos, aos últimos) anos do ensino superior sem perceberem onde devem desenhar a força de reacção normal. Em nossa opinião, o diagrama de corpo livre deve ser sempre desenhado correctamente, pelo que propomos que este "jogo" seja apresentado logo no 12º ano.
Por outro lado, também é claro do que dissemos em "O primeiro absurdo", alínea a), que o estudo do movimento de translação não é afectado por este erro.
De facto, é o movimento de rotação que "sabe" as linhas de acção e, portanto, é o estudo do movimento de rotação que é afectado pelo erro da Fig. 1. É evidente que, quando se estuda exclusivamente a translação, como acontece nos 10º e 11º anos, se podem desenhar todas as forças (incluindo, portanto, a força de atrito) no CM do corpo. Contudo, no contexto do estudo do movimento dos corpos rígidos, o referido diagrama não é o diagrama do corpo livre correcto. O modelo que aproxima o corpo rígido por uma partícula material, colocada no CM, sujeita a todas as forças que actuam o corpo é suficiente para descrever a translação mas não permite obter qualquer informação sobre a rotação. É da confusão destes dois modelos (um no qual se aproxima o objecto por uma partícula material colocada no CM e outro no qual se aproxima o objecto por um corpo rígido) que surge o erro que aqui discutimos.
A nossa esperança é que este método por redução ao absurdo "choque" e divirta de tal modo os alunos que estes nunca mais se esqueçam dos procedimentos correctos no caso de corpos rígidos. Com os nossos tem resultado.

* Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
R. Conselheiro Emídio Navarro
1900 Lisboa

** Instituto Superior de Transportes,
R. Castilho, nº 3
1250 Lisboa
asilver@istp.pt

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem reconhecidos aos colegas A. Barroso, E. F. Gonçalves, A. M. Nunes e M. T. Peña a leitura atenta bem como os comentários e sugestões que fizeram ao manuscrito que deu corpo a este artigo.

NOTAS

[1] Existem muitos problemas em que poderá surgir esta situação. Por exemplo, um no qual se peça o coeficiente de atrito mínimo necessário para que um móvel não resvale ao longo de um plano inclinado. Um outro problema semelhante consiste no cálculo da sobre-elevação de uma curva para que um carro animado de uma determinada velocidade a descreva sem escorregar nem capotar.

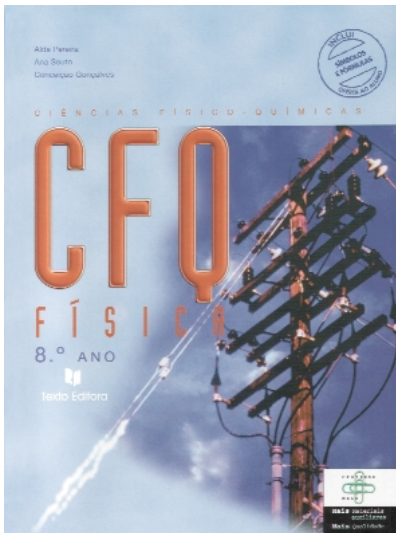
[2] Neste ponto devemos explicar aos alunos que apenas demonstrámos a existência de um valor de x (x_0) para o qual $\alpha = 0$. Só no fim demonstraremos que o Princípio da Conservação da Energia impõe à Natureza a escolha forçosa deste valor de x (ver ponto 5). Fazê-lo aqui destruiria o jogo.

[3] Esta era a solução óbvia do problema. Com efeito, com a normal colocada sobre esta linha de acção, as linhas de acção de todas as forças interceptam-se no ponto O. Assim, os momentos de F_a, P e N em relação ao ponto O são nulos (ver Fig. 3). Como tal, não há rotação.

[4] Existe um método mais simples de demonstrar a inevitabilidade da escolha $x = x_0$. Este método consiste em observar que, se o corpo rodar em torno do ponto A (B), este será o único ponto de contacto e, portanto, o ponto onde estará forçosamente aplicada a força de reacção normal (ver Fig. 5). Consideremos então o esquema da Fig. 5 admitindo que $\theta < \theta_C$ e que a Natureza escolhia $x < x_0$. Neste caso, o corpo rodaria em torno do ponto A. Consequentemente, a reacção normal estaria aplicada no ponto A ($x = b/2$) violando a hipótese de $x < x_0$. Esta contradição só não existirá se $x_0 \geq b/2$ ($\theta \geq \theta_C$), caso em que o corpo rodará inevitavelmente. De forma idêntica se conclui que x não pode ser maior do que x_0.
Em resumo, a Natureza só tem de facto duas opções: $x = x_0$ (se $x_0 < b/2$) ou $x = b/2$ (se $x_0 \geq b/2$).

Livro escolar de Física: qualidade tem de melhorar

Carlos Pessoa *



A qualidade dos livros escolares de Física tem registado uma melhoria geralmente reconhecida pelos professores. Mas há ainda aspectos a necessitarem de maior investimento dos editores, como o rigor científico, a clareza de exposição e o número de imagens incluídas.
O Ministério da Educação, por seu lado, quer conhecer as razões que levam à escolha deste ou daquele livro por parte das escolas, preparando a criação, ainda este ano, de um observatório do livro escolar.

"Os livros que conheço preocupam-se com o programa e acabam por abordar os mesmos assuntos", afirma Ana Zulmira, professora da Escola Secundária de Miranda do Corvo, onde lecciona actualmente Física ao 10º ano.
Raquel Queirós, que ensinou Física durante três anos (dá presentemente Química) na Escola Secundária de Oliveira do Bairro, tem uma opinião semelhante, reconhecendo a evolução positiva dos manuais nos últimos anos. Já Elisa Pina, também professora do ensino secundário na Escola Secundária Infanta D. Maria (Coimbra), considera que a "maioria dos livros têm rigor científico – em média, não os posso classificar de maus", embora alguns falhem nesse aspecto.
Os três depoimentos recolhidos confirmam, na diversidade das opiniões, sensibilidades e experiências dos seus autores, uma mesma opinião genérica: os livros escolares de Física têm melhorado com o passar dos anos mas ainda estão longe de poderem ser considerados perfeitos.

As lacunas e insuficiências apresentadas podem sintetizar-se em duas ou três ideias fortes. Por um lado, os livros apresentam uma quantidade de imagens insuficiente. "Têm que ser aliciantes em termos de apresentação e as imagens, a cores, são importantes para os alunos", afirma Elisa Pina. As outras duas professoras alinham pelo mesmo diapasão. "É o problema que eu tenho detectado mais nos manuais, e que ouço criticar em colegas, sobretudo nos que se destinam a alunos do ensino básico", refere por seu turno Ana Zulmira. A professora Raquel Queirós coloca o problema num quadro mais amplo, realçando a necessidade de "melhorar o aspecto gráfico das obras que, apesar de tudo, estão melhores agora". Outra "reivindicação" prende-se com a insuficiente quantidade de exercícios incluídos nos livros. "Devem ter exercícios de aplicação ao nível das exigências do programa, com uma gradação da dificuldade dos mais simples para os mais complexos", defende Elisa Pina. "Era importante que os manuais tivessem mais exercícios, pois é, em geral, demasiado pesada a maneira como a matéria era apresentada no livro adoptado na escola no último ano em que leccionei Física", recorda Raquel Queirós. Quanto a Ana Zulmira, é de opinião que "uns têm mais figuras, outros mais texto, mas o número de exercícios para rever conceitos tem aumentado".

Rigor científico e quantidade

O rigor científico e a apresentação da matéria preocupam também os professores. "Alguns falham [no rigor científico], mas a maior parte tem", defende Elisa Pina, para quem o livro "é um instrumento de trabalho fundamental para o aluno, mais do que para o professor, que tem outras fontes de informação". Nesta perspectiva, aquela docente considera que "a questão maior é a apresentação das matérias a um nível tão elementar e básico, embora cientificamente correcto, que os autores, na sua preocupação de simplificar, acabam por dar muito pouco aos alunos". A mesma professora refere ainda os casos de livros que "sistematizam demasiado em categorias sem o devido grau de generalidade, impedindo a realização das sínteses por parte do aluno e do professor". Finalmente, aponta em alguns manuais "a ausência de aplicações", que fazem com que eles "não atendam ao grau de dificuldade exigido pelo programa". Resultado: "os livros não combinam, em geral, a parte teórica e as aplicações práticas". Por seu lado, Raquel Queirós sente a necessidade de um "conteúdo mais simplificado e resumido", o que, para esta docente, se traduziria numa clara melhoria da qualidade global dos manuais escolares. E explica porquê: "A explicação da matéria compete ao professor, o que implica mais trabalho para este quando a matéria não é bem apresentada [no livro] ou, como aconteceu num ano com o livro adoptado pela escola, é muito densa e pouco adequada à idade e aos conhecimentos dos alunos".

Por fim, Ana Zulmira prefere enfatizar a "utilidade do livro para o aluno, tanto para tirar dúvidas, como para realizar exercícios ou tomar contacto com curiosidades incluídas neles", o que confere uma grande importância ao modo como a matéria é apresentada.
A grande diversidade de oferta é um aspecto retido por Elisa Pina, para quem "há livros em demasia", o que tem como efeito "os professores terem poucos dias para os avaliarem e escolherem". Todavia, a elaboração, produção e distribuição dos manuais escolares é uma responsabilidade que a lei atribui expressamente à "sociedade civil" (artº 3º do Decreto-Lei nº 273/90, de 26 de Novembro, que regula esta matéria). Ao Ministério da Educação (ME) é atribuído um papel meramente "supletivo" no "caso de ausência de iniciativas editoriais para programas obrigatórios". Segundo Jorge Lemos, adjunto da Secretária de Estado da Educação, o "único problema no mercado diz, actualmente, respeito ao primeiro ciclo do ensino básico, o antigo ensino primário". Este segmento de mercado tem-se caracterizado por um desinvestimento editorial, fenómeno cujas razões não estão devidamente identificadas, mas que poderá estar associado à quebra de natalidade da sociedade portuguesa e à "fuga" dos editores para faixas etárias com crescimento assegurado. A consequência deste fenómeno é a presença no mercado de obras sem grandes preocupações de qualidade e concomitantemente a apresentação de traduções de livros espanhóis para o mesmo universo. Esta situação está a preocupar o ME, nomeadamente porque a presença de um reduzido número de editores neste segmento pode originar risco de posição dominante e ausência de concorrência efectiva.

Preços e escolhas

Outro aspecto contemplado na lei (ver na página 21 texto-síntese do quadro legal) prende-se com os preços de venda ao público dos livros escolares, regulados por portaria específica.
O controlo nesta matéria concreta diz directamente respeito ao Ministério da Economia, através da Direcção-Geral do Comércio e Concorrência, mas Jorge Lemos recorda que existe desde há dois anos um protocolo com os editores em que se estabelece a percentagem de aumento anual permitida, tendo como referencial a taxa de inflação.
"O aumento do preço tem sido inferior à inflação e a entrada na distribuição das grandes superfícies veio tornar a situação mais favorável para os consumidores", afirma aquele responsável.
Em contrapartida, é da responsabilidade directa do ME a qualidade científica dos livros escolares. "Nós pedimos às escolas que detectem erros científicos e os comuniquem ao departamento respectivo", explica Jorge Lemos. "Este apelo à colaboração das escolas tem a ver com o facto de haver 400 títulos desde o primeiro ao 12º ano, o que torna muito difícil esse controlo. Os erros encontrados são comunicados

aos editores e não há casos de problemas ou de resistências por parte destes, que são os primeiros interessados em rever a situação face à concorrência apertada que existe no sector". As regras para a adopção dos manuais escolares são outro ponto delicado neste processo (contemplados no artº 6º do citado diploma). "Quando esta equipa governamental chegou ao ME decidiu mexer neste capítulo por considerar que não estavam bem as orientações dadas às escolas para apreciação dos manuais", explica Jorge Lemos. Como o excesso de oferta existente acaba por se traduzir numa incapacidade de escolha justa e certa por parte da escola, optou-se por duas metodologias distintas. Uma, conhecida por "método de grelha larga", estabelece o princípio da escolha do livro tendo em conta o seu rigor científico e a inexistência de erros, a adequação da linguagem à faixa etária a que se destina, a relação qualidade-preço e a diversificação de actividades propostas corresponder aos objectivos programáticos. É o critério aplicado pela maioria das escolas.

O segundo método, de "grelha fina", toca "numa série de outros aspectos mais qualitativos e de conteúdo do manual e tem a ver com cada disciplina em concreto", explica o mesmo interlocutor.
Complementarmente a este procedimento, o Ministério introduziu o princípio da obrigatoriedade de identificação dos livros analisados por cada escola e para cada disciplina, além da exigência de se fundamentar devidamente a escolha final. Este mecanismo está em vigor desde o ano lectivo de 1997-98 e traduz-se na construção, em curso, de uma base de dados com os elementos fornecidos pelas escolas. Segundo Jorge Lemos, essa informação organizada dará lugar, até ao final do corrente ano lectivo, de um "pequeno observatório" sobre a matéria.

* Jornalista
gazeta@malaposta.fis.uc.pt

Sete perguntas a um editor

A visão que os editores têm do seu trabalho é fundamental para compreender as linhas com que se tece o mercado do livro escolar, e em especial o dos livros de Física. Colocámos sete perguntas a Vasco Teixeira, director editorial do grupo Porto Editora, líder de mercado neste segmento da edição em Portugal, para quem, no essencial, as coisas estão bem como estão.

Gazeta de Física — Ao apresentar dois ou três livros diferentes para cada disciplina e para cada ano, a Porto Editora surge numa aparente competição e concorrência consigo própria. Porquê esta estratégia?
Vasco Teixeira — Os diversos projectos educativos existem como resposta às diferenças existentes entre os projectos pedagógicos das escolas e entre os próprios alunos de diferentes pontos do país. Há, por exemplo, grandes diferenças entre uma escola do interior e uma do litoral, entre uma escola dos grandes centros urbanos e uma da periferia - tanto ao nível dos conhecimentos básicos como ao nível das próprias realidades em que estão inseridas. Há alunos do interior que nunca viram o mar nem conhecem as actividades piscatórias, há alunos do litoral que têm dificuldade em conhecer e conceber a vida rural... Os projectos educativos são diferentes, por vezes com métodos e abordagens diferentes, de forma a ir ao encontro das diversidades regionais e pedagógicas. Diversificamos a oferta, procurando acima de tudo que os projectos constituam alternativas complementares em vez de serem propriamente concorrentes.
P. — É possível dizer qual é, em concreto, o melhor dos vossos vários livros de Física editados? E como é "passada" essa mensagem para o mercado?

R. – Não avaliamos os projectos dessa forma. O que consideramos é que cada um deles é mais adequado para determinadas escolas e alunos, tendo em conta a diversidade já focada anteriormente.
Tentamos passar essa informação para o mercado de forma a que este se aperceba das diferenças entre os próprios projectos educativos. Aqui também há que ter em conta que o próprio mercado está muito por dentro do assunto, porque quem selecciona os livros são os professores de cada disciplina, e eles conhecem bem as características do meio em que estão inseridos e que, naturalmente, têm de acautelar. Algo que decorre da experiência lectiva que têm, pois se, neste momento, dão aulas na cidade é bem provável que já tenham leccionado na província, ou vice-versa, o que lhes permite discernir qual é o projecto mais adequado para os seus alunos.
Isto significa que o nosso mercado é muito crítico, profissional, e que tem por dever, entre outros, analisar os próprios projectos, com recurso a uma grelha e critérios pré-definidos pelo Ministério da Educação.

P. - Quais são os métodos e soluções de "marketing" usados para publicitar os vossos livros? E entre eles, quais são, em vossa opinião, os que se revelam mais eficazes?

R. – O método de divulgação dos projectos educativos é praticamente igual entre todos os editores. Passa pela distribuição de exemplares gratuitos aos professores para que eles os possam analisar com todo o cuidado – normalmente, até, em casa, num processo que demora dias.
No caso dos livros escolares mas que não são propriamente manuais (livros de exercícios, etc.), tentamos fazer a promoção através de folhetos e cartazes, por exemplo.

P. – Que posição têm acerca de uma eventual possibilidade de o Ministério da Educação pôr em prática processos de controlo da qualidade dos manuais escolares?

R. – Nós concordamos, sem sombra de dúvidas. Aliás, existe mesmo a obrigação de o Ministério da Educação adoptar processos de controlo de qualidade. E, de certa forma, isso já acontece e descentralizadamente, porque nada melhor do que os cinco ou sete mil professores de determinada disciplina - seja de Matemática, de Física ou outra - analisarem os projectos educativos que lhe são distribuídos para ver se eles têm ou não têm qualidade.
Saliente-se que o processo de escolha de um manual, em determinada escola, envolve todos os professores do respectivo grupo disciplinar. Ou seja, a escolha é feita em grupo, não isoladamente. Por isso, todos os editores sabem que os professores escolhem os manuais de melhor qualidade, o que comprova o mérito deste sistema que consideramos bastante eficaz. É raro escolherem manuais com menor qualidade. E, por isso, os três ou quatro manuais mais escolhidos pelos professores de cada disciplina em todo o país são os melhores, mesmo que haja quinze ou mais livros para essa disciplina.

P. – Que medidas deveriam ser tomadas para melhorar a qualidade geral dos manuais escolares?

R. – De uma forma geral, a qualidade dos manuais tem vindo a melhorar sistematicamente. Todos os anos regista-se o melhoramento dos projectos educativos, que surgem articulados com guias do professor, cadernos de actividades, etc., consequência da concorrência que há entre os editores. Ou seja, como há um mercado que escolhe de uma forma selectiva – o grupo de professores –, os editores tentam sempre fazer melhor do que eles próprios, e melhor do que os seus concorrentes, indo sempre à procura de melhores soluções, de melhor eficácia. Por isso, de uma forma global, os manuais têm vindo a melhorar sempre em cada ano relativamente aos anos anteriores.

P. – Na eventualidade de os livros do ensino básico virem a ser gratuitos, o Estado passaria de algum modo a ser o único cliente dos editores nesse segmento. Qual é a posição da Porto Editora sobre esta questão?

R. – Nós achamos que o Estado deve cumprir o que está escrito na Lei de Bases do Sistema Educativo, isto é, que o ensino obrigatório deve ser gratuito, começando sobretudo pelo 1.º ciclo. Mas isso não pode ser feito à custa dos editores nem das livrarias, mas sim à custa do Orçamento de Estado.
Diga-se que, provavelmente, não será o Estado o cliente dos editores e das livrarias. Como as competências sobre o 1.º ciclo estão atribuídas às autarquias, poderão ser estas a assumir esse papel. Por isso, o princípio do ensino gratuito é desejável desde que haja garantias quanto à defesa da qualidade dos manuais, à diversidade e à liberdade de edição, sem esquecer a pluralidade de projectos e a inovação do ponto de vista editorial e pedagógico, para que se respeitem as diferentes realidades educativas. Se tudo isso for acautelado, a medida será excelente com certeza.

P. – Os livros escolares, e em particular os de Física, são caros? Qual é a vossa posição relativamente à política de preços dos livros em Portugal?

R. – A elaboração dos livros de Física é das mais dispendiosas devido ao elevado número de esquemas, fotografias e fórmulas, pelo que não os consideramos caros.
A política de preços dos manuais escolares é, na minha opinião, equilibrada, pois tem alguma flexibilidade no ano de adopção, mas o mais importante nesta questão é os professores terem em conta uma série de critérios no momento de escolher o manual, entre os quais a relação preço/qualidade.
Nos anos a seguir, o regime dos preços dos manuais passa a ser bastante restritivo e indexado à inflação, o que também parece adequado à protecção dos consumidores.

Quadro legal

O quadro legal que rege o livro escolar em Portugal consta do Decreto-Lei nº 369/90, de 26 de Novembro. O preâmbulo do diploma define os objectivos visados:

– Garantir a estabilidade dos manuais escolares, de modo a respeitar os interesses das famílias com vários filhos em idade escolar, mas sem limitar o processo de inovação pedagógica, mediante a definição de um período de vigência dos programas de ensino e dos correspondentes manuais;

– Assegurar a qualidade científica e pedagógica dos manuais escolares a adoptar para cada nível de ensino e disciplina ou a área disciplinar, através de um sistema de apreciação e controlo;

– Reconhecer os benefícios da diversidade de iniciativas editoriais de manuais escolares, mas assumindo o Ministério da Educação (ME) o encargo de suprir a sua carência pela promoção, se necessário, da elaboração e produção editorial de manuais escolares;

– Reconhecer a competência pedagógica dos órgãos de gestão das escolas na escolha e adopção dos manuais escolares que considerem mais adequados ao seu projecto educativo;

– Apoiar as escolas no processo de escolha e adopção dos manuais escolares facultando-lhes instrumentos de selecção;

– Garantir o cumprimento, por parte das escolas, dos prazos legais de afixação da lista dos manuais adoptados, bem como da respectiva participação às entidades intervenientes no processo;

– Permitir a autores e editores a previsão das iniciativas a tomar e das tiragens a realizar, de forma a melhorar a qualidade e a racionalizar o preço do manual escolar e a sua disponibilização no início do ano lectivo.

Vejamos em pormenor alguns aspectos da lei.

Artº 3º (Iniciativa dos manuais)

Pertence à sociedade civil a iniciativa da elaboração, produção e distribuição dos manuais escolares, cabendo apenas ao ME um papel supletivo, no caso de ausência de iniciativas editoriais para programas obrigatórios.

Período de adopção (artº 4º)

Cada programa vigora por um período mínimo de quatro anos nos 1.° e 2.° ciclos do ensino básico e de três anos no 3.° ciclo do ensino básico e no ensino secundário, renovável desde que não se justifiquem alterações. Quanto à adopção dos manuais escolares, ela é válida por um período mínimo de quatro anos nos 1.° e 2.º ciclos do ensino básico e de três anos no 3.° ciclo do ensino básico e no ensino secundário, não sendo permitidas alterações à lista dos manuais adoptados depois da sua afixação e durante o período referido, excepto quando o editor ou o autor de determinado manual decidir suspender a sua circulação ou não assegurar o abastecimento do mercado ou ainda quando se verificar a aplicação das medidas de suspensão previstas no artigo 9.º. Por fim, estabelece-se que, no final de cada período de adopção, as estruturas de decisão pedagógica no 1.º ciclo e os conselhos pedagógicos nos 2.º e 3.º ciclos do ensino básico e no ensino secundário devem proceder, no prazo fixado no n.º 1 do artigo 5.º, à aprovação dos manuais escolares para o período seguinte, com vista a sua readopção ou substituição.

Adopção dos manuais (artº 5º)
A adopção dos manuais escolares pelas escolas dos ensinos básico e secundário é feita durante as primeiras quatro semanas do 3.º período do ano lectivo anterior ao início do período de vigência dos programas a que dizem respeito. No 1.º ciclo do ensino básico, a adopção dos manuais escolares compete às respectivas estruturas de decisão pedagógica, enquanto nos 2.° e 3.° ciclos do ensino básico e no ensino secundário a adopção dos manuais escolares compete aos conselhos pedagógicos sob proposta dos conselhos de disciplina. Nos estabelecimentos de ensino particular e cooperativo, a adopção dos manuais escolares é da responsabilidade dos respectivos órgãos de direcção técnico-pedagógica, depois de ouvidos os professores do estabelecimento.

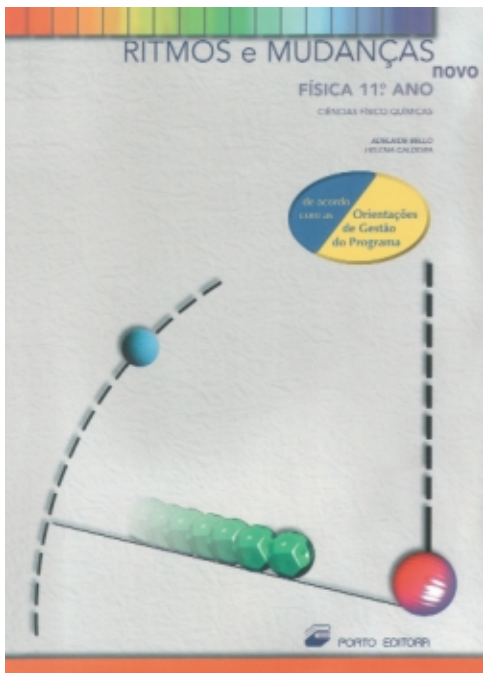
Apreciação (artº 6º)
O ME constitui comissões científico-pedagógicas para apreciação da qualidade dos manuais escolares, com excepção dos manuais relativos à disciplina de Educação Moral e Religiosa. Essas comissões integram especialistas de reconhecida competência científica e pedagógica, que não tenham quaisquer interesses directos em empresas editoras, e organizam-se por ciclo de ensino e por disciplina ou área disciplinar. A apreciação da qualidade pode incidir nos manuais de modo diverso de acordo com os seguintes métodos:
a) De modo global e pelos serviços propostos das direcções-gerais pedagógicas, em todos os manuais, utilizando-se métodos de despistagem de grelha larga;
b) De modo intenso e pelas comissões previstas neste artigo nos manuais que suscitarem dúvidas na despistagem geral.
As empresas editoras podem inserir na capa ou contracapa do manual a indicação do resultado da apreciação, bem como difundir esse resultado na comunicação social ou por outros meios.

Procedimentos e prazos (artº 8.°)
Os órgãos de gestão e administração das escolas do ensino público e o órgão de direcção técnico-pedagógica dos estabelecimentos de ensino particular e cooperativo devem afixar, em modelo próprio, no prazo de 10 dias após expirar o prazo referido no artigo 5.º, em locais de fácil acesso ao público, a lista dos manuais escolares adoptados, por disciplina ou área disciplinar, com a indicação do título, autor e editor.
Os órgãos de gestão e administração das escolas do ensino público e o órgão de direcção técnico-pedagógico dos estabelecimentos de ensino particular e cooperativo devem remeter, no prazo de cinco dias após a afixação referida no número anterior, à Direcção-Geral do Ensino Básico e Secundário e à respectiva direcção regional de educação, a lista definitiva dos manuais escolares adoptados, com a indicação dos títulos, autores, editores e estimativa do número de exemplares necessários para os alunos do respectivo estabelecimento.
As estruturas locais das direcções regionais de educação devem remeter a lista definitiva dos manuais escolares adoptados pelas escolas da sua área às respectivas câmaras municipais.

Medidas de suspensão (artº 9º)
De acordo com o parecer das comissões científico-pedagógicas referidas no artigo 6.º, é comunicado aos autores e editores dos manuais em que tenham sido detectados erros ou omissões de reconhecida gravidade os fundamentos da intenção de impor a respectiva rectificação ou suspender a sua distribuição e venda, em carta registada com aviso de recepção.
No prazo de oito dias úteis após a recepção desta carta, o ME nomeia uma comissão de revisão, composta por quatro professores dos quadros com nomeação definitiva em exercício no mesmo nível de ensino, no caso do 1.º ciclo do ensino básico, e no mesmo grupo disciplinar ou especialidade, no caso dos 2.° e 3.° ciclos do ensino básico e do ensino secundário, sendo dois deles indigitados pelo ME e os outros dois pelo autor ou editor do manual.
A comissão de revisão é presidida por uma individualidade de reconhecida competência e idoneidade, nomeada pelo ME, a qual vota apenas em caso de empate.

Parecer da comissão de revisão (artº 10º)
A comissão de revisão dispõe de um prazo de 15 dias úteis para a apreciação do manual em causa e emissão de pareceres o qual deve justificar minuciosamente as decisões propostas. O parecer deve, conforme o caso, contemplar uma das seguintes situações:
a) Revogação da intenção referida no artigo anterior;
b) Obrigatoriedade de o autor e editor procederem à rectificação dos erros e omissões detectados, através da distribuição de novo manual corrigido ou de errata contendo as correcções necessárias;
c) Suspensão da distribuição e venda do manual.
Nos casos em que há obrigatoriedade de rectificar os erros ou suspender a distribuição e venda do livro, os encargos emergentes da rectificação ou suspensão da distribuição e venda do manual em causa, bem como da devolução aos adquirentes do manual das importâncias por estes despendidas com a sua aquisição são da responsabilidade do respectivo editor.

Regime de preços e modalidades de apoio (artº 12º)
O regime de preços dos manuais escolares deve considerar os interesses de utilizadores, autores e editores e é estabelecido por portaria.



João Caraça, físico e director do Serviço de Ciência da Fundação Gulbenkian

"A Física vai continuar a ser um dos esteios da ciência moderna"

entrevistado por
Carlos Pessoa
e Carlos Fiolhais

A publicação pela prestigiada colecção francesa "Que sais-je?" de um livro sobre ciência e a comunicação foi o ponto de partida para uma conversa com João Caraça, físico nuclear de formação, professor de gestão de ciência e tecnologia e director do Serviço de Ciência da Fundação Calouste Gulbenkian. O divórcio entre as universidades e a indústria é apontado como uma das razões de a ciência não ter conseguido, em Portugal, "fertilizar" a sociedade. Na opinião do entrevistado, essa realidade pode levar a uma situação em que o país, embora inserido no espaço

europeu, seja "comandado" a partir do centro da Europa. Não é forçoso que assim seja desde que se consiga estabelecer, em alguns sectores, uma ligação entre o mundo académico e a economia. No entanto, isso só se conseguirá se houver "a possibilidade de definir desígnios nacionais". Seja qual for o futuro, uma coisa é, para João Caraça, certa: "A Física é um dos principais esteios da ciência moderna e vai continuar a sê-lo".

Gazeta de Física — A colecção francesa "Que sais-je?" publicou recentemente um livro da sua autoria. De que trata essa obra?

João Caraça — "Science et Communication" é uma tradução para francês de um livro que publiquei há dois anos na colecção portuguesa "O que é?". É o mesmo texto, à excepção de dois pequenos sub-capítulos que vieram dar uma certa unidade à obra para satisfazer as noções de dimensão do livro francês. No essencial, é uma reflexão sobre a ciência no mundo contemporâneo, para tentar dar resposta à seguinte questão: por que é necessário falar hoje sobre a ciência, ou seja, olhá-la a partir de dentro — é a minha posição natural —, mas mantendo ao mesmo tendo um olhar a partir de fora, nas relações recíprocas da ciência com a sociedade?

Como a ciência é uma forma de saber, ela vive, convive e sobrevive neste contexto societal. Se a sociedade se transforma, a própria ciência e a sua prática transformam-se também. Se não entendermos isto estamos a funcionar num percurso que não é o mais adequado não só para o presente, mas sobretudo numa projecção para o futuro.

P. — Vejamos o caso da sociedade portuguesa. Em que medida a ciência em Portugal tem "fertilizado" a sociedade portuguesa?

R. — Não tem. Infelizmente, a sociedade portuguesa não tem sido mudada pela ciência portuguesa, embora ela seja necessariamente mudada pelos efeitos da ciência que nos vêm de fora.

Para situar esta necessidade actual de reflexão sobre a ciência é preciso ter em conta o relacionamento da ciência com a economia. A tecnologia, o conhecimento sobre o modo de fazer máquinas e ter um relacionamento eficaz com a Natureza, não nasceu da ciência, ao contrário do que muita gente pensa. Se olharmos para a evolução histórica, o nascimento da ciência não tem a ver com a tecnologia, embora tenha a ver com um certo sistema técnico e tecnológico existente - há dois mil anos, por exemplo, a ciência moderna não poderia existir porque não havia um sistema técnico que o permitisse. Alternativamente, a tecnologia é permitida também pelo conjunto das ideias científicas. O que quero dizer é que as ideias sobre tecnologia, os inventos, sempre foram buscados na prática - os inventores eram curiosos que iam buscar ao quotidiano as suas ideias e as afinavam, conseguindo melhores equipamentos, meios de transporte, máquinas, por exemplo. Ainda hoje existe esta maneira de fazer tecnologia.

Porém, desde há 50 anos que existe um outro factor muito importante a ter em conta: a tecnologia que deriva directamente dos conhecimentos científicos. Basta pensar na energia nuclear, nos computadores, na física do estado sólido, nas telecomunicações ou, mais recentemente, na engenharia genética. Este é um caminho novo. Nenhum desses conhecimentos e indústrias poderia ter nascido a partir de um melhoramento da prática. Pelo contrário, eles surgem porque foram introduzidos novos conceitos que vieram de uma reflexão sobre conceitos científicos depurados a partir de princípios.

Esse caminho da ciência para a tecnologia é o grande mecanismo que faz movimentar a ciência hoje em dia.

P. — E isso não é nítido em Portugal?...

R. — Não. Não existe nenhuma organização empresarial que tenha participado no cerne deste movimento.

P. — Temos ciência, temos economia, mas estas são duas entidades separadas...

R. — Pois são! Bastante separadas mesmo. Essa é uma das razões pelas quais o problema das ligações entre as universidades e a indústria é tão patente em Portugal. Nos países mais desenvolvidos essas relações são sobretudo nos sectores de alta intensidade tecnológica, ou seja, nos sectores onde é preciso ter uma linguagem científica para se ser industrial. Onde é que se aprende essa linguagem científica? No sistema de educação formal, nas universidades, etc.

Isto pode ser dito de outra forma: não se pode ter ideias sobre como fazer computadores — e não como vendê-los — ou como mandar foguetões para a Lua se não se tiver a linguagem especializada que permite que essas ideias surjam. Esta via para a tecnologia através da ciência é do nosso século e não a vemos à nossa volta.

P. — O que é que falta para que essa via se possa instalar entre nós? Ou, se quiser, como é que vê o futuro da ciência em Portugal?

R. — Há dois cenários contrastados. O mais pessimista — mas também o mais provável — situa Portugal na Europa, mas funcionando com um comando a partir do centro da Europa. Ou seja, tudo o que é a nossa actividade académica funciona na lógica da actividade académica europeia. O nosso sistema produtivo, a nossa economia e as nossas indústrias funcionam também com as suas ligações ao sistema produtivo exterior. Teremos certa-

mente relações académicas com os grandes centros europeus e relações empresariais com as grandes empresas europeias. O que não teremos é ligações entre as empresas portuguesas e a academia portuguesa: são dois sistemas que não se vêem e não comunicam. Provavelmente, uma universidade portuguesa acaba por colaborar com uma empresa portuguesa através de uma universidade estrangeira!

P. — O outro cenário...

R. — É o cenário voluntarista, onde conseguimos ter, em alguns sectores, esta ligação entre o mundo académico e a economia. Haverá alguma intervenção em actividades mais tecnologicamente intensivas, tirando partido deste território, formando verdadeiros distritos tecnológicos...

P. — Espaços de criatividade...

R. — ... Espaços de criatividade. No centro da Europa e nas regiões mais desenvolvidas dos Estados Unidos a competição hoje em dia já não envolve grandes instituições sozinhas, mas "cachos" de instituições com proximidade territorial muito grande, laboratórios públicos, centros de transferência de tecnologia, laboratórios universitários, empresas, instituições privadas, evidenciando em conjunto uma fortíssima capacidade de realizar produtos, conhecimentos e serviços. É o que acontece no Texas.

P. — Mas, para chegarmos a esse cenário optimista, é necessário mudar a educação.

R. — Também.

P. — Também ou acima de tudo?

R. — Eu digo também. O problema no desenvolvimento é que estas coisas têm de ser feitas todas ao mesmo tempo, porque não temos possibilidade de parar o resto e dizer: "vamos atacar a educação". Dito isto, a educação é fundamental e sem ela — ou contra ela — não mudamos. O caminho para uma educação experimental tem de ser feito já e ao mesmo tempo que os outros, no sentido de uma maior racionalidade na economia, maior ligação entre a indústria transformadora e os serviços — coisas que vemos estarem a acontecer no espaço económico em que Portugal está situado.

P. — A governação tem algum papel especial nesse processo?

R. — A governação, em Portugal, não tem sido particularmente esclarecida.

P. — Desde sempre?

R. — Sempre não. Tivemos alguns períodos de grandes apostas e riscos, mas em geral a governação não tem estado muito virada para assumir o risco e conduzir o país. Tem estado mais virada para conservar ou para ser empurrada para decidir as coisas quando não pode adiar mais. Para ter uma governação mais interveniente era preciso haver a possibilidade de definir desígnios nacionais, grandes projectos. Mas isso não existe e esse é o problema da nossa identidade no futuro. A identidade não tem apenas a ver com a cultura — conjunto de valores, princípios e costumes — ou com o património, mas com a nossa ideia de futuro.

Para conseguirmos relacionar-nos com a Natureza e com os nossos semelhantes de uma maneira própria e correcta temos de possuir uma percepção clara se aquilo com que nos relacionamos representa uma ameaça — e gera uma atitude mais defensiva — ou uma oportunidade — o que implica uma atitude mais aguerrida e construtiva. Para percebermos isso é necessária uma estratégia. Gosto muito de citar aos meus alunos uma famosa frase do filósofo romano Séneca "o vento só é favorável para aqueles que sabem para onde ir". Se assim não for, acabamos por ir ao sabor do vento, ou seja, ao sabor daquilo que outros queiram fazer connosco.

P. — E qual é o papel da Física nessa navegação?

R. — A Física é um dos principais esteios da ciência moderna e vai continuar a sê-lo. Como se sabe, a Física, sobretudo a Mecânica, teve uma influência enorme no estabelecimento dos novos saberes no início da ciência moderna.

A Física foi essencial para o próprio discurso da modernidade, porque reforçou o saber que vinha de trás — não fomos nós [físicos] que inventámos a pólvora, mas o nosso papel no desenvolvimento da artilharia foi decisivo. A Física teve uma importância fundamental na introdução do conceito de energia, no início do século XIX. Mais modernamente, aconteceu o mesmo com o conceito de campo.

Penso que a Física, do ponto de vista de ferramenta intelectual, é fundamental. E hoje, há outra disciplina que se insere no campo das ciências básicas com uma força muito grande — a Biologia.

P. — A Biologia será o futuro da Física?

R. — Não sei. Limito-me a dizer que a Biologia tem um grande mundo a abrir — tal como a Mecânica teve no século XVII — e isso tem tanto a ver com a nossa preocupação com a sociedade e connosco próprios como com a existência de ferramentas como a biologia molecular, criada por físicos. Isso permite olhar de uma outra maneira para a vida, que assume uma grande centralidade, e põe à Física questões e problemas com os quais temos de conviver e às quais temos de sobreviver.

P. — E que são, em seu entender, mais oportunidades do que ameaças?

R. — Se os físicos fizerem boa física, são mais oportunidades do que ameaças.

Física em Portugal

Ano Mundial da Matemática

2000 é o Ano Mundial da Matemática. Para saber mais sobre este evento, a "Gazeta de Física" entrevistou em meados de Fevereiro o Dr. Graciano de Oliveira, Presidente da Sociedade Portuguesa de Matemática (SPM).

Graciano de Oliveira

P. — O Que é o Ano Mundial da Matemática?

R. — A União Internacional de Matemática declarou, em 1992, o ano 2000 como Ano Mundial da Matemática. Naquela altura foram estabelecidos três grandes objectivos: os desafios da Matemática para o século XXI, o seu papel no desenvolvimento, e a promoção da imagem da Matemática junto do grande público. Muitos países estão a cumprir aqueles desígnios. Tendo em conta a situação e a imagem da Matemática no nosso país, Portugal devia agarrar esta oportunidade "com unhas e dentes", para utilizar uma expressiva frase popular. Mas já vamos a meio do primeiro trimestre do ano e penso que a incúria que nos levou a deixar de ter representante na União Internacional de Matemática nos últimos anos permanece e está para durar.

P. — Como está a Sociedade Portuguesa de Matemática a celebrar o Ano?

R. — Procurando cumprir os três objectivos, claro. Penso que este acontecimento deveria ser aproveitado para dois tipos de celebrações: passageiras e duradouras. Na Matemática, Portugal tem necessidade de ultrapassar o foguetório que rapidamente se extingue e esquece e investir em algo que perdure. A SPM tem um vasto programa que se pode ver na Internet (http://www.spm.pt/~spm). Chamámos-lhe programa provisório porque não é certo que consigamos meios financeiros para tudo.

De duradouro já fizemos uma coisa que tomámos como inauguração, pela nossa parte, do Ano Mundial da Matemática: relançámos a "Gazeta de Matemática", revista fundada em 1939, mas que há muitos anos se não publicava. Sabe-se como é a vida das sociedades científicas e as suas dificuldades. Começámos a preparação para este ano em 1996. Na nossa opinião, há coisas importantes a fazer que ultrapassam as capacidades das associações científicas, aliás pouco ouvidas. Infelizmente quem pode não quer ou ainda não reparou na oportunidade que se perde. A nós SPM, vontade é das poucas coisas que não nos falta.

P. — Que apoios têm tido?

R. — Alguns importantes, como se pode ver no nosso "site". Mas faltam os que tinham mais obrigação de aparecer. Quem é que neste país tem obrigação de zelar pela investigação e ensino?

P. — Além da SPM, há outras instituições empenhadas nas celebrações?

R. — Há outras associações, escolas e departamentos universitários. Não cito nenhum em particular porque receio não conhecer a lista completa, uma vez que não há coordenação a nível do país. Cada um faz o que pode, mas são conhecidas as debilidades da sociedade civil. O certo é que quando o Estado se desinteressa... Veja-se, por oposição, o que se passa em Espanha!

P. — Como pode esta oportunidade ser aproveitada para reforçar as ligações entre a Matemática e a Física?

R. — A Física é das ciências que mais beneficia da Matemática. E vice-versa, a Física tem sido fonte de inspiração para muitas inovações matemáticas. Que fazer? A pergunta até devia ser colocada aos físicos... Estamos a aproveitar o ano para dialogar com todas as associações que têm a ver com a Matemática. Vamos convidar físicos para colaborarem, dando palestras em escolas e para que opinem sobre a Matemática. E esta entrevista já é um sinal...

Ideias não nos faltam, mas ultrapassam a capacidade de realização de uma associação científica num país onde a ciência não é das coisas mais consideradas. Já alguém viu algum debate na TV sobre política científica? Já alguém viu, nas campanhas eleitorais, debater-se a política científica?

Doutoramentos no Porto

Concluíram-se no Porto, em 1999, os seguintes doutoramentos em Ciência dos Materiais e Física do Estado Sólido:

— Teresa Monteiro Seixas, "Propriedades Magnéticas de compostos da série $Ce_{1-x}Gd_xCo_2$".

— Manuel António Silva, "Estudo de estruturas magnéticas moduladas nos compostos intermetálicos $NdRu_2Si_2$ e $TbRu_2Si_2$".

— Maria Manuela dos Santos, "Propriedades estruturais e dieléctricas dos compostos $(BP)_{1-x}$ $(BPI)_x$".

Mestrados no Porto

Concluíram-se em 1999 no Departamento de Física da Universidade do Porto os seguintes mestrados em Optoelectrónica e Lasers:

– Maria Raquel Martins, "Espectrocolorimetria do Vinho do Porto".
– Modesto de Cerqueira Morais, "Dispersão Modal de Polarização".

Mestrados em Coimbra

Realizaram-se no Departamento de Física da Universidade de Coimbra as seguintes provas de mestrado:
– Maria de Fátima Silva, "Difracção a pequenos ângulos em compostos magnéticos intermetálicos", Física Tecnológica (Dezembro/99).
– Pedro Sidónio da Silva, "Atropisomerismo em compostos difenilguanidina: estudo estrutural por difracção de raios X", Física Tecnológica (Fevereiro/2000).
– Henrique Manuel Ferreira, "O Electromagnetismo e as suas simetrias", Física para o Ensino (Janeiro/2000).

Dia Aberto em Coimbra

No dia 2 de Fevereiro de 2000 realizou-se o "Dia Aberto" do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, especialmente destinado a alunos finalistas do ensino secundário. Foram promovidas diversas actividades, com destaque para as seguintes:
– Apresentação das Licenciaturas em Física e em Engenharia Física;
– Palestras de divulgação científica e demonstrações experimentais;
– Visitas a laboratórios didácticos, centros de investigação e seus laboratórios, e ao Museu de Física.
As palestras cobriram os seguintes temas:
– "O Prémio Nobel da Física de 1999" (Dr. E. van Beveren);
– "A Luz e a Cor" (Drª. M. Margarida Ramalho da Costa);
– "O Nascimento, Desenvolvimento e Morte do Universo" (Dr. Alex Blin).
Professores, assistentes e alunos animaram várias demonstrações experimentais de grande interesse didáctico: Experiência de Milikan, Relação e/m, Espectroscópio, Raios X, Propriedades da matéria, Difracção de Electrões, Interferómetro de Michelson, Efeito Fotoeléctrico, Calhas Dinâmicas, Pêndulo para a medição de g, Lançamento de projécteis, Termodinâmica, Dinâmica de rotação, Ondas.
As escolas da região que aderiram à iniciativa - E. S. Santa Maria da Feira, Avelar Brotero (Coimbra), D. Duarte (Coimbra), Joaquim de Carvalho (Figueira da Foz), de Condeixa-a-Nova, D. Pedro I (Alcobaça), Carregal do Sal, João Carlos Celestino Gomes (Ílhavo), Viriato (Viseu), da Sé (Lamego), Serafim Leite (S. João da Madeira), Moimenta da Beira, Proença-a-Nova e Esc. Profissional da Quinta da Lageosa (Belmonte) – trouxeram à cidade um total de aproximadamente 1300 estudantes.
Os diversos centros de investigação abriram as suas portas aos estudantes mostrando-lhes os laboratórios e fazendo pequenas apresentações dos seus trabalhos.

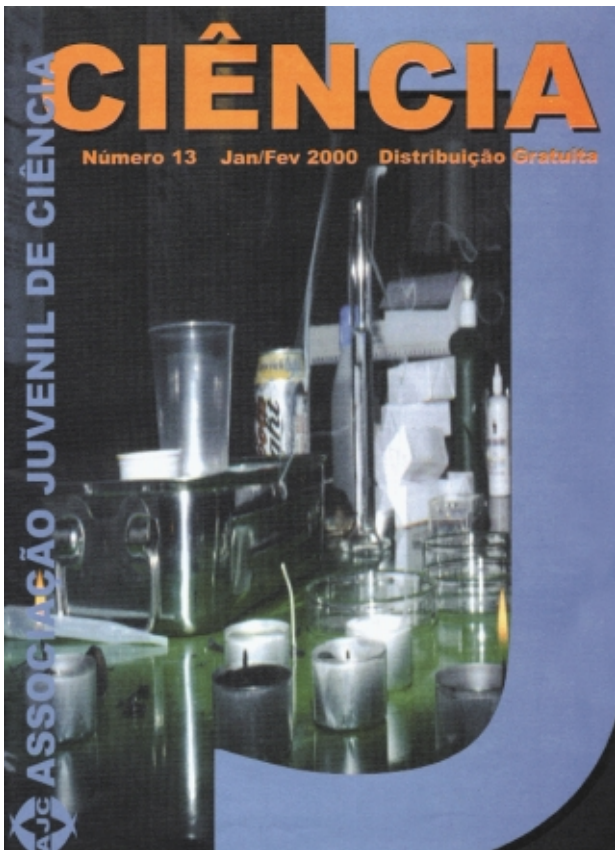
Rui FerreiraMarques
(Departamento de Física da Universidade de Coimbra)
rui@filip3.fis.uc.pt

Grupo "Outreach" do LIP

O grupo "Outreach" do Laboratório de Instrumentação e Partículas (LIP), localizado na Internet em http://lipulsi.lip.pt/outreach/ , tem como objectivos apoiar e promover o ensino e divulgação da Física em geral e da Física de Partículas em particular (passe a expressão...) junto das escolas secundárias portuguesas. Coordena esse grupo a Dra. Maria da Conceição Abreu, do LIP e da Universidade do Algarve. O "E-mail" é outreach@ualg.pt .

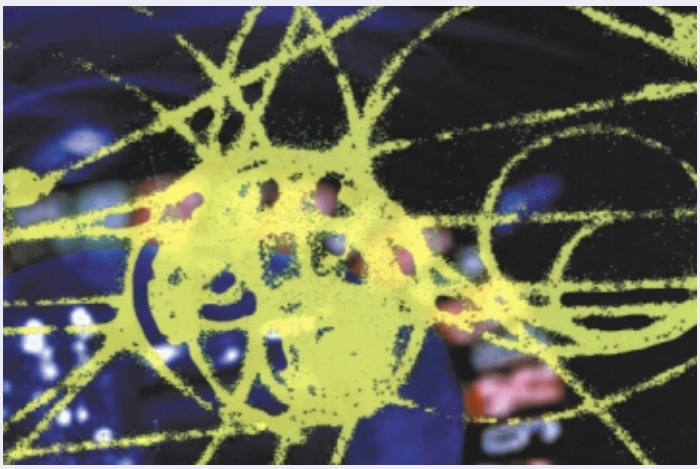
Novo "Ciência J"

A Associação Juvenil de Ciência publicou mais um número, o 13, da sua revista de ciência para jovens, "Ciência J". Inclui notícias de ciência, ciência na rede, experiências científicas, colunas do Grupo de Técnicas Aeroespaciais (GTA) e do Grupo de Informação e Recreação Astronómica (GIRA), um artigo sobre "Breve história do tempo" e uma entrevista com Nuno Delicado, presidente da Associação. O director da revista é Matusalem Marques.
O contacto é
Associação Juvenil de Ciência,
Av. João Crisóstomo, 39-3º,
1050-125 Lisboa,
tel. 21.352.93.50, fax 21.352.93.52,
"E-mail" ajciencia@mail.telepac.pt e
http://www.ajc.pt/cienciaj



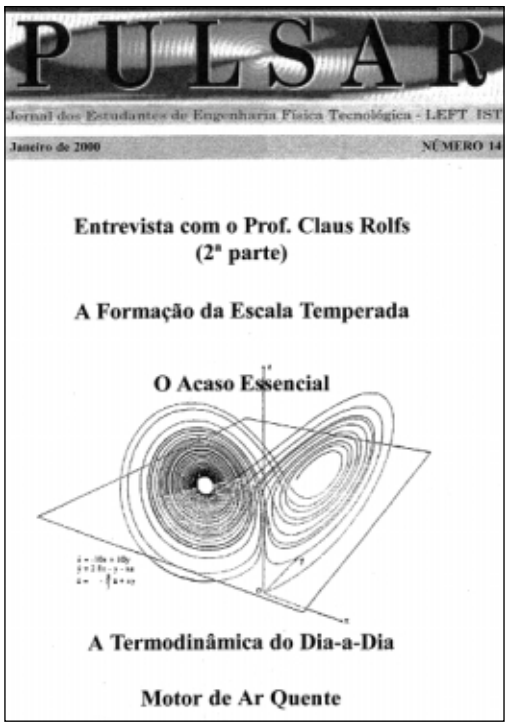
Monte Carlo para Física da radiação

Uma conferência internacional sobre "Advanced Monte Carlo for Radiation Physics, Particle Transport Simulation and Applications" realiza-se de 23 a 26 Outubro deste ano em Lisboa. O encontro, apoiado por numerosas entidades nacionais e internacionais, tem como presidente M. Nakagawa. O prazo de entrega de resumos é 31 de Março. Para mais informações ver http://lipulsi.lip.pt/mc2000/ .



Novo "Pulsar"

Saiu mais uma edição do interessante jornal dos estudantes de Física do Instituto Superior Técnico (IST). No número 14, a publicação inclui a segunda parte de uma entrevista com o Prof. Claus Rolf e artigos sobre a termo-dinâmica no quotidiano e sobre o caos. Os interessados deverão contactar o jornal para o Núcleo de Física do IST (Sala de Alunos da LEFT, Departamento de Física, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa Codex), tel. 21.841.90.82, fax 21.841.90.13, "E-mail" pulsar@einstein.fisica.ist.utl.pt e em http://www.fisica.ist.utl.pt/~nfist. O responsável é Nuno Morais, estudante de Engenharia Física.


PULSAR

Jornal dos Estudantes de Engenharia Física Tecnológica - LEFT IST

Janeiro de 2000 NÚMERO 14

Entrevista com o Prof. Claus Rolfs (2ª parte)

A Formação da Escala Temperada

O Acaso Essencial

A Termodinâmica do Dia-a-Dia

Motor de Ar Quente

4ª Escola de Verão para Professores de Astronomia

A Associação Europeia para o Ensino da Astronomia (EAAE) vai organizar a sua 4ª Escola de Verão, de 3 a 8 de Julho deste ano, em Tavira, no Algarve. A Escola de Verão está aberta a todos os professores europeus dos Ensinos Básico e Secundário. Durante uma semana, os cerca de 50 participantes terão acesso a comunicações, grupos de trabalho, oficinas pedagógicas e sessões de observação apresentadas por astrónomos, professores universitários e professores do ensino secundário de diversos países. A Escola é apoiada localmente pela Associação Portuguesa para o Ensino da Astronomia (ASTRO).

Os temas das actividades serão escolhidos entre os seguintes:

1. Orientação pelas estrelas;
2. O astrolábio e o sextante;
3. Internet e Astronomia;
4. Viajando pelo sistema solar;
5. As marés, a Lua e o Sol;
6. Instrumentos de navegação;
7. GPS;
8. O problema da longitude;
9. Determinação da latitude;
10. Navegação espacial,

Qualquer professor português pode candidatar-se. Para tal, deverá enviar à Representante Nacional da EAAE (Felisbela Martins, Apartado 53502 Amial 4202-301 Porto) um pequeno currículo para candidatura até 10 de Março deste ano. Os candidatos seleccionados deverão depois proceder ao pagamento da sua inscrição de acordo com um boletim de inscrição que lhes será enviado. Para mais informações, consultar o "site" da ASTRO http://www.ip.pt/astro portugal/.

II Encontro Nacional de Estudantes de Física

Conforme já foi noticiado na última "Gazeta", realiza-se nos dias 14 a 16 de Abril de 2000 o II Encontro Nacional de Estudantes de Física. O evento é organizado pelo Quanta – Núcleo de Física da Universidade do Algarve, em colaboração com a Physis – Associação Portuguesa de Estudantes de Física e conta com o apoio da Reitoria da Universidade do Algarve, Fundação Montalvão Marques, Associação Académica da Universidade do Algarve e Ministério da Ciência e Tecnologia. O prazo para entrega de trabalhos e inscrições é 31 de

Março. A inscrição habilita a duas viagens ao ICPS 2000, a realizar em Zadar, na Croácia, de 4 a 11 de Agosto de 2000, premiando os dois melhores trabalhos apresentados. A ficha de inscrição e informações encontram-se em http://www.aaual.ualg.pt/quanta. Para mais informações, contactar Tel.91.701.77.68 (Bruno Silva).

Raul Baltazar
(estudante de Engenharia Física na Universidade do Algarve e membro da direcção do Quanta)

Previsões com base em séries temporais

O "20th International Symposium on Forecasting" terá lugar em Lisboa de 21 a 24 de Junho deste ano. O tema da conferência é a "Inovação na previsão num mundo em mudança rápida" (incluindo análise de séries temporais, econometria, redes neuronais, previsões tecnológicas e financeiras, etc.).
A organização local é da Sociedade Portuguesa de Estatística, Centro de Estudos de Matemática Aplicada à Previsão e Decisão Económica, Associação Portuguesa de Investigação Operacional, Forum Internacional de Investigadores Portugueses e Centro de Estudos Macroeconómicos e Previsão. O patrocínio internacional é do "International Institute of Forecasters". Ver http://www.isf2000.org .
Sobre o mesmo tema haverá no Convento da Arrábida uma escola de Verão intitulada "Quantitative Forecasting: New Developments", entre 24 e 28 Julho de 2000. O coordenador é
Nuno Crato,
Department of Mathematical Sciences,
New Jersey Institute of Technology,
Newark, NJ 07102, EUA,
tel. (973)596 3427,
fax (973) 596 6467,
"E-mail" ncrato@m.njit.edu e http//pascal.iseg.utl.pt/~ncrato/arrabida.html .

Física em palco

"Physics on Stage" é um programa conjunto do Laboratório Europeu de Física de Partículas (CERN), da Agência Espacial Europeia (ESA) e do Observatório Europeu do Sul (ESO) para a Semana Europeia da Ciência e Tecnologia, a realizar de 6 a 11 de Novembro de 2000. Nestas datas realizar-se-á no CERN um festival de Física com a colaboração dos vários países europeus. A representante nacional é Ana Noronha, da Unidade Ciência Viva do Ministério da Ciência e Tecnologia. Para mais informações ver http://www.estec.esa.nl/outreach/pos .

O QUE DIZEM OS FÍSICOS SOBRE SI PRÓPRIOS

"Sob muitos aspectos, um físico teórico é apenas um filósofo num fato de trabalho".

P. Bergmann

"Para os que querem uma prova de que os físicos são humanos, essa prova está na idiotice das diferentes unidades que usam para medir energia".

Richard Feynman

"O físico pode ficar satisfeito quando tem um esquema matemático e sabe o meio de o usar para interpretar as experiências. Mas tem também de falar destes resultados a não-físicos, que não ficarão satisfeitos até que uma explicação seja dada em linguagem comum. Mesmo para o físico a descrição em linguagem comum será o critério do grau de compreensão que ele atingiu".

Werner Heisenberg

"Os físicos não são pessoas normais - assim como não o são os poetas. Qualquer pessoa empenhada numa actividade que faz exigências consideráveis tanto ao intelecto como às emoções é provavelmente um pouco estranha."

Robert March

"Num certo sentido cru, que nenhuma vulgaridade, nenhum humor, nenhum exagero podem extinguir completamente, os físicos conheceram o pecado e este é um conhecimento de que eles não se conseguem livrar."

J. Robert Oppenheimer

"Penso que os físicos são os Peters Pans da espécie humana. Nunca crescem e mantêm a sua curiosidade".

I. Rabi

"Parte da arte e da habilidade do engenheiro e do físico experimental consiste em criar as condições nas quais certos acontecimentos acontecem com toda a certeza".

Eugene Wigner

"Um físico não tem o hábito de desistir de alguma coisa a não ser que receba algo melhor em troca"

John Wheeler

(Citações, recolhidas em "Physically Speaking. A Dictionary of Quotations on Physics and Astronomy", C. Gaither e A. Cavazos-Gaither, Institute of Physics, Bristol, 1997).

Questões de Física

Nova questão:

"A chama amarela de uma vela ou produzida por uma lamparina é um plasma?"
(questão colocada por uma professora do ensino secundário)

Relembremos a questão colocada no número anterior:
Como funciona a "Via Verde" existente nas auto-estradas portugueses? Que princípios físicos são usados?
(de um leitor que não é físico)

O jornal "Público" publicou há já algum tempo um texto explicativo sobre o assunto, que transcrevemos aqui com a devida autorização.

VIA VERDE
A Via Verde é um sistema de portagem que permite aos automobilistas realizarem a operação de pagamento das portagens nas auto-estradas sem ter de parar. Identificada por uma sinalização especial – um V branco em fundo verde –, está instalada nas auto-estradas portuguesas.

IDENTIFICADOR
Um equipamento identificador (inerte), constituído por um cristal, é colocado no pára-brisas do veículo.

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO
Associado ao sistema de identificação, está ligado um sistema de classificação do veículo utilizado, com capacidade para seleccionar a taxa de portagem.

CÂMARAS DE VIDEO
Câmaras de vídeo, instaladas nos pontos de portagem, permitem fotografar a matrícula traseira dos veículos portadores do identificador ou dos que, não o possuindo, utilizaram indevidamente a via verde. A foto mostrará também a via utilizada, bem como a data e hora do acontecimento.

ANTENA DE LEITURA
Na via verde da portagem, está instalada, a cerca de cinco metros do solo, uma antena que, utilizando ondas hertzianas na frequência de 856 Mhz, "interroga" o identificador quando o veículo passa. Esta operação é efectuada em milésimos de segundo, podendo realizar-se a uma velocidade de 120 km/h. A Brisa, recomenda que se abrande para 50 km/hora por questões de segurança de circulação.

TRATAMENTO DE DADOS
Os dados recolhidos pela antena de leitura são tratados para efeito de processamento bancário, sendo o código do identificador convertido em código de cartão Multibanco por processo automático.

SEMÁFOROS
Um semáforo colocado à saida da via verde dá ao condutor informação sobre o modo como a operação decorreu: verde, no caso de ter sido realizada uma leitura correcta, cor de laranja quando há alguma anomalia (cartão Multibanco sem validade ou extravio do identificador, por exemplo) ou o veículo não tem identificador.

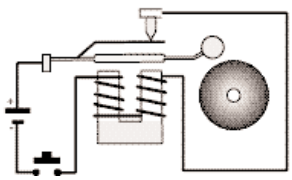
C.P.

Bioengenharia 2000

A 5.a Conferência Portuguesa sobre Engenharia Biomédica realiza-se em Coimbra de 26 a 27 de Maio de 2000. São organizadores o Departamento de Biofísica e de Biomatemática da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra e a Sociedade Portuguesa de Engenharia Biomédica. Preside à organização o Dr. João José Pedroso de Lima. Para mais informações ver http://www.uc.pt/fmuc/be2k.html .

Telefs.: 21 9588450/1/2/3/4 Telefax 351 21 9588455
Rua Soeiro Pereira Gomes; 15 - R/C Frente
BOM SUCESSO - 2615 ALVERCA
PORTUGAL

MATERIAL DIDÁCTICO



FÍSICA

Física no Mundo

Debate sobre espaço europeu de investigação

O comissário europeu para a investigação científica, o físico belga Philipe Busquin, iniciou um debate sobre a ciência europeia (http://europa.eu.int/comm/research/area.html). As reacções devem ser recebidas até 5 de Maio de 2000 na
Comissão Europeia,
Direcção-Geral Investigação /Ap 6, Wetstraat 200 / Rue de la Loi 200 (sdme 2/85), B-1049 Bruxelas, Fax + 32-2-295.82.20,
"E-mail": researcharea@cec.eu.int.
Transcrevemos o prefácio de Busquin a esse debate:
"Em 18 de Janeiro de 2000, a Comissão Europeia adoptou a comunicação 'Rumo a um espaço europeu da investigação', que tem como objectivo contribuir para a criação de melhores condições para um enquadramento global da investigação na Europa.
O ponto de partida para a apresentação da referida comunicação aos meus colegas comissários inspirou-se numa ideia simples, mas importante. No passado, a União Europeia concentrou os seus esforços e iniciativas na organização da cooperação em investigação entre parceiros de diferentes países através de uma série de programas-quadro sucessivos. O sucesso e o impacto desses esforços de cooperação não devem ser subestimados.
É todavia evidente que, para tirar todo o partido do vasto potencial de investigação da Europa, não basta disponibilizar fundos para o apoio a essas actividades de cooperação. O que é necessário para garantir um futuro prometedor para a investigação na Europa é a criação de um verdadeiro espaço europeu da investigação, sendo nesse sentido que o presente documento apresenta um cenário possível.
O espaço europeu da investigação não será criado através de uma única decisão, pelo que será sempre o resultado de um processo para o qual todos os intervenientes relevantes terão de contribuir. Em consequência, a comunicação constitui, sobretudo, um convite a todos os intervenientes ou interessados no futuro da investigação na Europa para fazerem ouvir a sua voz, para contribuírem com as suas ideias e sugestões no que diz respeito não só à análise como às acções propostas.
O convite para participar no debate é dirigido às instituições relevantes da União Europeia, aos organismos e organizações representantes da investigação e da indústria e aos investigadores individuais nos seus laboratórios e institutos, bem como aos cidadãos interessados em geral.
Todas as contribuições serão analisadas em pormenor, com vista à elaboração, numa fase posterior, de um plano que integre ideias adicionais no sentido da criação de um espaço europeu da investigação."

Matéria condensada

A 18ª Conferência Geral da Divisão de Física da Matéria Condensada da Sociedade Europeia de Física realiza-se em Montreux, Suíça, de 13 a 17 de Março. O evento tem a colaboração da Sociedade de Física Japonesa e da Sociedade Suíça de Física. Todos os modernos tópicos de Física da Matéria Condensada serão tratados...
Para mais informações ver http://www.eps-cmd18.ch .

Escola de Verão no CERN

Organizada pelo CERN, e com a duração de 3 semanas (2 a 22 Julho), terá lugar em Genebra (Suíça) uma Escola de Verão para professores de Física do ensino secundário. Os seus objectivos são:
– Promover o ensino da Física nas escolas secundárias e estimular actividades relacionadas com a divulgação da física dentro e fora da sala de aula;
– Promover a troca de conhecimentos e experiência entre professores de diferentes nacionalidades;
– Estabelecer ligações fortes entre o CERN e escolas europeias;
– Promover a cooperação entre o CERN e programas patrocinados pela União Europeia na área da educação científica.
Mais informações em http://home.cern.ch/~mlm/hst/HSTatCERN.html .

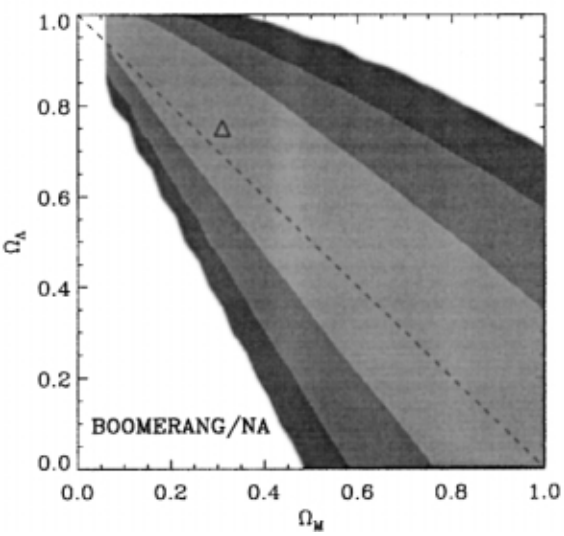
Sociedade Americana de Física: novos espaços na Web

O "Online Journal Publishing Service" (OJPS) constitui uma mostra para as revistas de Física publicados pelo "American Institute of Physics" (AIP) e por sociedades científico-técnicas que a integram ou não. Em http://ojps.aip.org/ pode visitar-se a "homepage" de revistas como "Physical Review", "Applied Physics Letters", "Optics Letters" e "Chaos". Os não assinantes podem ver o índice e todos os "abstracts", includindo os de números ainda não publicados (os assinantes de pelo menos uma das revistas da lista podem até pesquisar toda a base de dados SPIN de "abstracts"). Em geral, os textos

completos estão disponíveis apenas para os assinantes.

O AIP e a American Physical Society (APS) anunciaram entretanto os primeiros de uma série de jornais "virtuais" a lançar a partir de Janeiro de 2000: "Virtual Journal of Biological Physics Research" e "Virtual Journal of Nanoscale Science and Technology" serão jornais "online" que recolherão artigos relevantes de várias revistas.

Por outro lado, quase todos os "Centennial Symposia" e sessões plenárias do "April Meeting" de 1999 comemorativo dos 100 anos da APS estão em http://www.apscenttalks.org . Usando o RealPlayer G2, as conferências e discussões em painel podem ser ouvidas "on-line" enquanto se vêem materiais fornecidos pelos oradores.



Densidade de energia no universo, obtida na experiência "Boomerang"

Fundo cósmico de micro-ondas

Uma das grandes controvérsias em cosmologia é saber se a actual expansão do universo vai continuar como hoje acontece, regredir ou prosseguir com um ritmo menor ou maior.

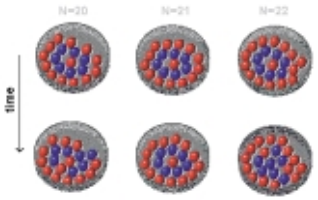
Observações de supernovas realizadas há dois anos sugeriam que a expansão não se vai inverter mas antes se está a tornar mais rápida. Por outro lado, novos rastreios CMB ("Cosmic Microwave Background"), realizados com telescópios em montanhas e em balões, revelaram que a temperatura do fundo de micro-ondas varia em amontoados com um tamanho angular de cerca de 1 grau no céu – um resultado que indica uma geometria do universo globalmente plana. Uma outra maneira de dizer isto é que a densidade de energia do universo é aparentementemente igual ao valor crítico de cerca de 10^{-29} g/cm^3. Mas a quantidade de matéria conhecida (luminosa e escura) é insuficiente para produzir uma geometria plana, de modo que é necessária energia adicional, provavelmente escondida no vazio universal.

Esta energia, de acordo com muitos físicos teóricos, exerceria um efeito equivalente a uma forma repulsiva da gravidade, portanto contrário à atracção gravitacional mútua das galáxias. Muito do novo trabalho apenas existe na forma de "preprints". Ver, por exemplo, no servidor electrónico de Los Alamos artigos sobre uma das experiências, a colaboração "Boomerang", que mede a CMB com um detector montado num balão (Melchiorri *et al.*, http://xxx.lanl.gov/abs/astro-ph/9911445.) .

O português Pedro Ferreira (actualmente no Departamento de Física da Universidade de Oxford), apresentou o seu trabalho nesta área no encontro comemorativo dos 25 anos da SPF em Novembro passado. Pedro Ferreira viu entretanto publicado um artigo seu na "Science".

Números mágicos de esferas giratórias

Os físicos gostam de detectar padrões na Natureza, seja as estruturas cristalinas de átomos nos sólidos, sejam os agrupamentos em "camadas" de electrões dentro dos átomos, ou ainda as "camadas" de protões e neutrões dentro dos núcleos. Mesmo num sistema tão simples como um conjunto de esferas sobre um prato giratório podem emergir padrões.

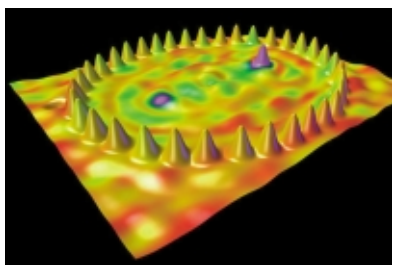


Cientistas do Instituto Max Planck (Dortmund, Alemanha) e da Universidade do Chile descobriram que, para certos números "mágicos" de esferas (como 19, 21 ou 30), estas se agregam em estruturas e em camadas semelhantes a anéis estáveis (ver figura). As bolas giratórias são, afinal, uma forma de material granular. Estudos de grãos agitados tinham já revelado estruturas estáveis (como os "oscilões") mas nenhuma destas dependia do número de partículas presentes. Os investigadores observaram, quando aumentaram o tamanho do prato, uma transição misteriosa entre estados estáveis e desordenados que ocorre intermitentemente.

(Kotter *et al.*, Physical Review E, Dezembro/1999)

Miragem quântica

O microscópio de varrimento por efeito túnel (STM) permite-nos empurrar átomos individuais sobre uma superfície e fazer imagens deles. Particularmente intrigantes são as imagens de "currais quânticos", arranjos circulares ou elípticos sobre uma superfície dentro dos quais as ondas correspondentes aos electrões



perto da superfície-substracto podem ser reveladas. A última entrada nesta galeria de belas imagens vem da IBM, onde os físicos colocaram 36 átomos de cobalto num padrão elíptico de "Stonehenge" sobre uma superfície de cobre. Um átomo magnético de cobalto adicional foi colocado num dos dois focos da elipse, causando interacções visíveis com as ondas electrónicas da superfície. Mas as ondas parecem também estar a interagir com um átomo de cobalto fantasma no outro foco, um átomo que, de facto, não está lá.
(Manoharan, Lutze, Eigler, Nature, 3/ Feb/ 2000; ver figura em www.aip.org/physnews/graphics)

Impulsos de luz de 1 atossegundo

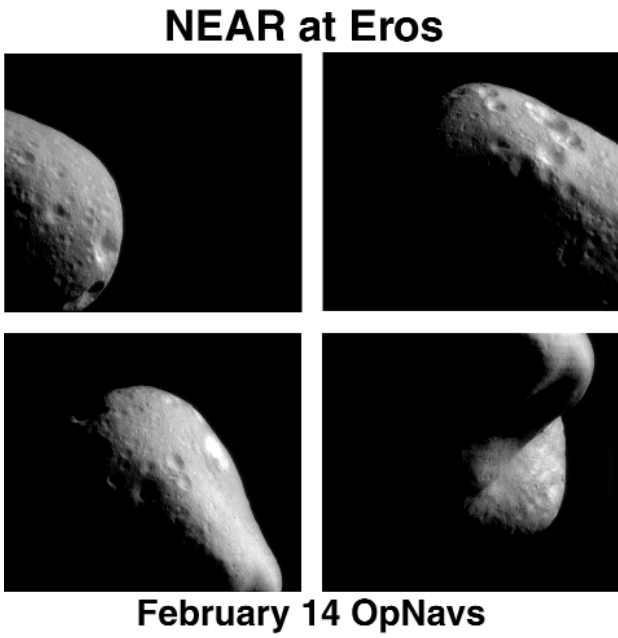
Um impulso localizado pode ser representado matematicamente pela soma pesada de um certo número de ondas de vários comprimentos de onda. Deste modo, físicos da "Foundation for Research and Technology-Hellas" (FORTH) em Creta, Grécia, criaram impulsos de luz com menos de um femtosegundo (10^{-15} segundo) de duração (Papadogiannis *et al.*, Physical Review Letters, 22/ Novembro/ 1999). Em primeiro lugar, dividiram um feixe de luz (comprimento de onda de 800 nm) em duas partes; cada uma das quais, quando passa por um vapor de árgon, produz conjuntos de ondas harmónicas mais elevadas (com comprimentos de onda iguais a várias fracções dos originais 800 nm) que se somam de uma maneira sincronizada para formar o impulso de onda ultracurto com a duração estimada de menos de 100 atosegundos. Antes deste resultado, o recorde de impulso menor tinha uma duração de 4,5 fs.
(Physics World, Fevereiro/2000.)

Candidatas a partículas de matéria escura

Exemplos que se pensam ser de "weakly interacting massive particles" (WIMPs) foram detectados indirectamente por um grupo que opera no "Gran Sasso National Lab" (INFN), em Itália, de acordo com uma comunicação de Pierluigi Belli da Universidade de Roma (colaboração DAMA) num encontro sobre detecção de matéria escura em Marina del Rey (Califórnia) em Fevereiro passado.
A matéria negra é uma substância hipotética não-luminosa que estará dentro e fora de galáxias, influenciando o modo como as galáxias rodam e interagem umas com as outras. A matéria escura pode em parte consistir de bariões (como os protões dos átomos comuns) ou formas mais novas como os WIMPs. Em virtude do modo como a Terra orbita em torno do Sol e do modo como o sistema solar se move na Galáxia (atravessando o presumível halo de matéria negra à medida que avançam) há razões para pensar que um "vento" de WIMPs será encontrado e que a taxa com que os WIMPs interagem fracamente com os detectores terrestres será maior em Junho do que em Dezembro. As experiências DAMA terão descoberto precisamente esse efeito sazonal na frequência de acontecimentos nos quais um presumível WIMP incidente (com massas de cerca de 50 vezes a do protão) bate num material cintilante de iodina de sódio devidamente blindado, causando pequenos "flashes" de luz bem dentro do detector (INFN preprint AE-00/01; www.lngs.infn.it) . As interacções da matéria escura nos detectores são raras e a análise difícil, de modo que a interpretação da DAMA será sujeita a maior escrutínio nos tempos mais próximos.

Primeira nave em órbita de um asteróide

A nave "Near Earth Asteroid Rendevous" (NEAR) chegou e entrou em órbita do asteróide Eros, que estava a uma distância de 160 milhões de milhas da Terra quando ocorreu o encontro. O asteróide, cuja aceleração da gravidade à superfície é cerca de um milésimo da da Terra, pode representar um pedaço de matéria que não foi muito alterado desde a altura em que o sistema solar foi formado, há cerca de 4,5 mil milhões de anos, e por isso é de grande interesse para os cientistas planetários.
(Ver http://near.jhuapl.edu/iod/20000215/index.html)



A SPF e a reforma do ensino básico e secundário

A SPF tem sido solicitada pelo Ministério da Educação a emitir pareceres sobre vários temas ligados à reforma do ensino secundário, à elaboração dos novos programas do ensino secundário e à formação inicial de professores dos ensinos básico e secundário.

A posição da SPF relativamente ao documento "Proposta de revisão curricular – Ensino Secundário" do Departamento do Ensino Secundário (DES) do Ministério da Educação publica-se a seguir.

Mais recentemente, a SPF foi convidada pelo DES a acompanhar o processo, já iniciado, de revisão dos programas do ensino secundário. Como a SPF considera este assunto da maior importância, decidiu o seu Conselho Directivo constituir um grupo permanente de apoio ao Secretário-Geral, que é o interlocutor da Sociedade perante o Ministério da Educação. Esse grupo é constituído por:

– Adelaide Belo, da Escola Secundária Gil Vicente de Lisboa;

– Adriano Sampaio e Sousa, da Escola Secundária Fontes Pereira de Melo, no Porto;

– Décio Martins, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra;

– Fátima Pinheiro, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto;

– Graça Ventura, da Escola Secundária Frei Heitor Pinto, Covilhã;

– Jorge Maia Alves, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa;

– José António Pereira, da Divisão Técnica de Educação da SPF;

– Manuel Fiolhais, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra;

– Teresa Peña, do Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Relativamente à formação inicial de professores para os ensinos básico e secundário a SPF emitiu também um parecer a solicitação do Instituto Nacional de Acreditação da Formação de Professores (INAFOP). Esse documento, que também se publica nesta secção, vai no sentido de apenas se deverem acreditar, para efeitos dessa formação inicial, as instituições de ensino que tenham, comprovadamente, um corpo docente cientificamente apto e capaz, segundo os padrões internacionais, na área em que essa formação se realiza. Se assim não for, haverá degradação da qualidade desses ensinos.

Posição da SPF sobre a revisão curricular

A Sociedade Portuguesa de Física (SPF) tomou posição relativamente ao documento "Proposta de revisão curricular – Ensino Secundário" do Departamento do Ensino Secundário do Ministério da Educação", apresentada em Novembro de 1999. É esse texto que a seguir se transcreve.

"O documento em apreço, que consubstancia uma proposta de alteração curricular no ensino secundário, merece-nos os seguintes comentários sucintos:

1 – É positiva a existência de duas vias diferenciadas: um Curso Geral, vocacionado para o prosseguimento de estudos, e um Curso Tecnológico, destinado à inserção na vida activa, formador de quadros médios de que o país tanto carece. A existência de um ano pós-12º para permitir a transição entre as duas vias afigura-se correcta pois assegura a possibilidade de acesso ao Ensino Superior para quem tenha optado pelo Curso Tecnológico. A indefinição quanto a este 13º ano levanta, nesta fase, naturais preocupações.

2 – A proposta prevê programas diferenciados de Física (e de Química) para as duas vias, o que parece ser uma medida consensual.

3 – Embora os programas não sejam objecto de discussão pormenorizada no momento presente, julga a SPF oportuno manifestar-se a favor de uma alteração quer de conteúdos quer de metodologias, de forma a torná-los mais modernos, mais motivadores para alunos e professores, e que reflictam o que é e que importância tem a Física do século que agora finda. Estudos muito abrangentes realizados em vários países apontam exactamente para esta necessidade.

4 – A nova área de Projecto/Projecto Tecnológico, pela sua incipiente apresentação, gera também algumas dúvidas e interrogações (em aspectos como a organização, a formação de professores, a dotação orçamental, etc.).

5 – A SPF defende o ensino experimental das ciências e, em particular, da Física. Nesta perspectiva, a extinção das disciplinas de Técnicas Laboratoriais de Física (e de Química) é uma questão sensível. Reconhece-se que, na prática, as disciplinas de Técnicas não cumpriram, por vezes, os objectivos que lhes tinham sido cometidos. Assim sendo, e desde que a disciplina de Física (e de Química) tenha uma componente experimental obrigatória, a medida pode até ser positiva. A existência da componente experimental a par da teórica, bem articuladas entre si numa mesma disciplina é, com certeza, melhor do que se as duas componentes estiverem em disciplinas separadas.

6 – Relacionado com a questão anterior surge o problema da carga horária. As 4,5 horas semanais preconizadas para a Física (e para a Química) são insuficientes em função do actual programa e da realização obrigatória de trabalho experimental. Preconizam-se 6 horas semanais, com uma carga horária fixa de trabalho experimental, e em turmas desdobradas (a que não é feita qualquer referência na proposta).

7 – A organização do ano lectivo em semestres pode permitir uma separação, logo no 10º ano, da Física e

da Química. Esta separação pode favorecer uma gestão mais equilibrada da Física e da Química.

8 – A ausência de informação mais pormenorizada acerca dos futuros modelos de organização das escolas e da avaliação impede uma análise mais profunda da proposta. Contudo, gostaríamos de sublinhar que o êxito da Reforma Curricular dependerá de aspectos gerais que a SPF espera não ver esquecidos, designadamente a articulação dos Programas, a formação atempada de professores e o equipamento das escolas. Reconhece-se que tem sido feito um esforço para dotar os laboratórios de bons equipamentos. Tal esforço deve prosseguir para que o ensino experimental seja mais e melhor".

Lisboa, 26 de Janeiro de 2000

Augusto Barroso
(Secretário-Geral da SPF)

A SPF e os padrões de qualidade da formação inicial de professores

A SPF reconhece a necessidade de se estabelecerem mecanismos de acreditação dos cursos de formação de professores. Em diferentes países foram vários os processos escolhidos para se atingir esse fim. Em Portugal essa tarefa foi cometida a um instituto público, o Instituto Nacional de Acreditação da Formação de Professores (INAFOP). Sobre este facto não importa agora emitirmos uma opinião.

A SPF defende que um processo de acreditação exige o estabelecimento prévio de normas e padrões de qualidade. É com essas normas e segundo esses padrões que a acreditação será dada ou negada. Por este facto, quanto mais claras foram as definições dos padrões que serão exigidos mais facilitada estará a tarefa das Universidades e das outras Escolas de formação e menor será o poder discricionário dos avaliadores.

O documento em análise destina-se a ser aplicado a uma realidade muito ampla e diversificada, que vai dos cursos de formadores de Educadores de Infância até aos cursos que formam professores para o terceiro ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário. Se é certo que existirão normas gerais de aplicabilidade universal, a SPF vê com alguma apreensão o facto do documento não avançar no sentido de tratar de forma diversa o que é diverso. Assim, é universalmente reconhecido que na formação de professores existe uma componente científica e outra de natureza psico-pedagógica. Contudo, o seu peso relativo deve, necessariamente, ter em conta o nível etário em que o futuro docente irá ensinar. Um professor que ensine crianças com 4 ou 5 anos, ainda que tenha que ter uma formação científica básica (só falamos desta por sermos uma sociedade científica), não necessita seguramente da mesma preparação científica em Matemática ou Física, por exemplo, do que um professor que leccione estas disciplinas no 12º ano.

Esta diferente exigência não está expressa no documento e deveria traduzir-se nas seguintes recomendações:

1) A formação dos Educadores de Infância e dos Professores do Ensino Básico deve incluir uma boa formação básica em Ciência. Nos países cientificamente mais desenvolvido o estudo das Ciências inicia-se no ensino pré-primário. (ver hyperlink http://spf.pt/opiniao/crisenoes.pt.html)

2) A formação de professores para o ensino secundário e para o terceiro ciclo do ensino básico deveria exigir uma formação científica de, no mínimo, 3 anos lectivos.

3) A formação psico-pedagógica, incluindo as disciplinas de didáctica, deveria ser posterior aos 3 anos de formação científica básica.

4) O quinto ano do curso de formação deveria ser partilhado entre um estágio profissionalizante a realizar numa escola e o desenvolvimento de um projecto de carácter científico.

A SPF pensa ainda que a formação científica dos futuros professores do terceiro ciclo do ensino básico e do ensino secundário deveria ser ministrada em Escolas cujo corpo docente tivesse qualificação específica nessas ciências. Internacionalmente, está amplamente consagrado que a existência de um corpo docente doutorado é o primeiro requisito desta qualificação. Parece-nos assim indispensável que um documento que procura fixar padrões de qualidade, defina a qualificação científica que deve ser exigida às instituições formadoras.

Lisboa, 18 de Fevereiro de 2000

Augusto Barroso
(Secretário-Geral da SPF)

European Physical Journal": um convite aos físicos portugueses

O "European Physical Journal" (EPJ) foi criado há cerca de dois anos. Incluindo inicialmente as secções A (Física Nuclear e Altas Energias), B (Física da Matéria Condensada, Física Estatística e Hidrodinâmica), C (Física Experimental e Teórica) e D (Física Atómica e Molecular, Óptica e Plasmas), juntou-se-lhe no início do presente ano a secção E ("Soft Matter").

Esta revista resultou, originalmente, da fusão do "Zeitschrift für Physik" (gerido pela editora Springer) e do "Journal de Physique" (gerido pela editora EDP Sciences, propriedade da Sociedade Francesa de Física). Mais tarde agregou-se o "Nuovo Cimento" (da Sociedade Italiana de Física). Esta concentração visa, antes de mais, diminuir custos de produção, um problema sentido por outras sociedades de física europeias que, por isso mesmo, foram convidadas a aderir ao projecto. É o caso de Portugal – o que

implicou a suspensão da "Portugaliae Physica" –, Espanha, Suíça, Holanda e Bélgica, procurando-se a adesão dos países escandinavos e do leste europeu. Mas se houve uma evidente motivação económica na criação desta revista europeia de Física – procurando-se que a qualidade gráfica e a rapidez de publicação não prejudicassem o baixo preço da assinatura –, há outras motivações igualmente fortes que presidiram ao aparecimento do EPJ: oferecer aos investigadores europeus uma alternativa credível às revistas norte-americanas (sobretudo, à "Physical Review"). Para atingir esse objectivo estabeleceu-se um padrão de qualidade muito rigoroso (por exemplo, o parecer de dois "referees" para cada artigo, mesmo nas "Rapid Communications") e, muito proximamente, a versão electrónica da publicação, que garante prazos muito reduzidos para a divulgação do artigo aceite. Sem perder as características de uma publicação europeia e dirigida a europeus, o EPJ pretende afirmar-se como uma revista de Física de alcance global. Procura ambém garantir um novo espaço, independente e não subalternizado, aos meios de comunicação norte-americanos, com todas as vantagens que resultam de uma concorrência baseada na qualidade científica e evitando situações que, no passado recente, originaram dificuldades aos físicos europeus.

O lançamento de uma nova revista, mesmo com os antepassados ilustres que o EPJ tem, não é feito sem dificuldades. A maior consiste em convencer o autor potencial a alterar hábitos de publicação – a resposta do EPJ a esse desafio é a exigência de maior qualidade e a convicção que vale a pena apostar numa alternativa.

Face a esta realidade, fica feito o convite aos físicos que trabalham em Portugal para apresentarem os seus trabalhos de investigação ao EPJ. Uma das mais importantes razões do grande peso científico das publicações americanas é a "lealdade" que os membros das sociedades americanas têm para com as suas revistas, escolhendo-as prioritariamente para as suas publicações. Não deveria acontecer o mesmo na Europa?

Eduardo Lage
(Departamento de Física da Universidade do Porto e representante da SPF no "European Physics Journal")
eslage@fc.up.pt

Prémio para estudantes de Física

Conjuntamente com a Sociedade Portuguesa de Matemática, a editora Gradiva e o jornal Público, a SPF está a organizar um prémio para o melhor estudante de Física no final dos estudos secundários. O regulamento do prémio será divulgado no próximo número da "Gazeta".

SPF – Norte

Palestras no Porto

A Delegação Regional do Norte da SPF promoveu as seguintes palestras em escolas:

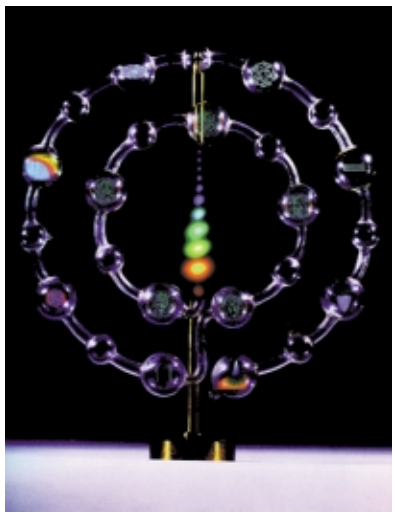
– "A Física e o Desporto", pelo Dr. José Ferreira da Silva, na Escola Secundária João Gonçalves Zarco.

– "Porque é que a Lua não cai?", pelo Dr. João Lopes dos Santos, na Escola Secundária Rainha Santa Isabel.

– "Onde está a Física?", pelo Dr. Paulo Simeão Carvalho, nas Escolas EB2, 3 Domingos Capela e Secundária Engº António Gomes de Almeida.

SPF – Centro

FÍSICA 2000



A 12.a Conferência Nacional de Física e o paralelo Encontro Ibérico sobre o Ensino da Física terão lugar, como já foi anunciado, de 27 a 30 de Setembro de 2000, na Figueira da Foz, organizados pela Delegação regional do centro da SPF. A lista de conferencistas convidados que já aceitaram participar é a seguinte:

- Leo Lederman (Prémio Nobel 1988), Fermi Lab, Chicago, EUA
- Carlo Rubbia (Prémio Nobel 1984), CERN, Suiça
- Alain Aspect, Univ. Paris-Sud, Orsay, França

- António Divino Moura, IRI e Univ. Columbia, New York, EUA
- Carlos Fiolhais, FCT da Univ. Coimbra, Portugal
- Claus Rolfs, Univ. Bochum, Alemanha
- Eduardo Lage, FC da Univ. Porto, Portugal
- Henrik Bohr, Univ. Lyngby, Dinamarca
- Isabel Martins, Univ. Aveiro, Portugal
- José Otero, Univ. de Alcalá de Henares, Madrid, Espanha
- Isabel Brincones, Univ. de Alcalá de Henares, Madrid, Espanha
- João Pedroso Lima, FM da Univ. Coimbra, Portugal
- Jonathan Osborne, King's College, Univ. London, Reino Unido
- Jorge Dias de Deus, IST, Lisboa, Portugal
- Jose Maria Pastor, IBPG, Madrid, Espanha
- Manuel Fernandes Thomaz, Univ. Aveiro, Portugal
- Matilde Vicentini, Itália
- Panagiot Pavlopoulos, CERN, Suiça
- Ramon Roman, Univ. Granada, Espanha.

As datas a reter são:

– Contribuições a submeter até 31 de Maio;

– Inscrições até 31 de Maio na página do encontro (em construção) ou em impresso a distribuir.

Na Comissão Organizadora e na Comissão Científica do Encontro Ibérico para o Ensino da Física publicada na p. 2 do último número da "Gazeta" devem ser acrescentados os seguintes nomes: Manuel Yuste (UNED e RSEF), Carmen Carreras (UNED e RSEF).

Ver http://nautilus.fis/uc.pt/~spf/fisica2000.html

Conferências em Aveiro e Coimbra

A Delegação do Centro da SPF organiza em Aveiro um programa de conferências de divulgação. Realizam-se no Anfiteatro do Departamento de Física da Universidade de Aveiro na primeira quinta-feira de cada mês, pelas 17 horas. O calendário destas reuniões, especialmente dedicadas a professores de Física dos ensinos básico e secundário assim como a futuros professores, é o seguinte:

– 3 de Fevereiro, "A Internet no Ensino da Física e da Química", por João Paiva (Centro de Competência Nónio "Softciências").

– 2 de Março, "A Física dos Robôs", por Norberto Pires da Silva (Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra).

– 4 de Maio, "O Tempo e o Espaço na Física e na Química", por António Nunes dos Santos (Universidade Nova de Lisboa).

– 1 de Junho, "Novas Formas de Carbono: A Molécula C60", por Leonel Joaquim (Departamento de Física da Universidade de Aveiro).

Organizadas ainda pelo mesma Delegação, continua o ciclo "Física, fora da... Física". Estas palestras têm lugar na Sala de Conferências do Departamento de Física da Universidade de Coimbra na última sexta-feira de cada mês, pelas 14h30. São especialmente destinadas a professores dos Ensinos básico e secundário e a alunos do Ramo Educacional. As próximas palestras são as seguintes:

– "A Física dos Robôs", pelo Dr. Norberto Pires da Silva (Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra), dia 25 de Fevereiro.

– "Tomografia de Emissão com Positrões (PET): Instrumentação e Princípios Físicos", pelo Eng. Nuno Chichorro (Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra), dia 31 de Março.

– "Técnicas de Fluorescência na Oftalmologia", pelo Dr. José Paulo Domingues (Departamento de Física da Universidade de Coimbra), dia 28 de Abril.

O que dizem os físicos

No ano 2000 comemoram-se os 100 anos da teoria quântica, com a passagem do centenário da formulação da hipótese quântica por Max Planck de que a energia no interior do corpo negro era emitida e absorvida em pequenas quantidades discretas. O século XX viu o triunfo da teoria quântica, mas muitos dos seus autores tiveram dificuldades com ela, ainda hoje persistindo dúvidas filosóficas e de interpretação.

"A mecânica quântica é decerto persuasiva. Mas uma voz interior diz-me que ainda não é a coisa real. A teoria diz bastante, mas não nos leva mais próximos do segredo do Velho. Eu, de qualquer modo, estou convencido que Ele não lança os dados"

Albert Einstein, 1926

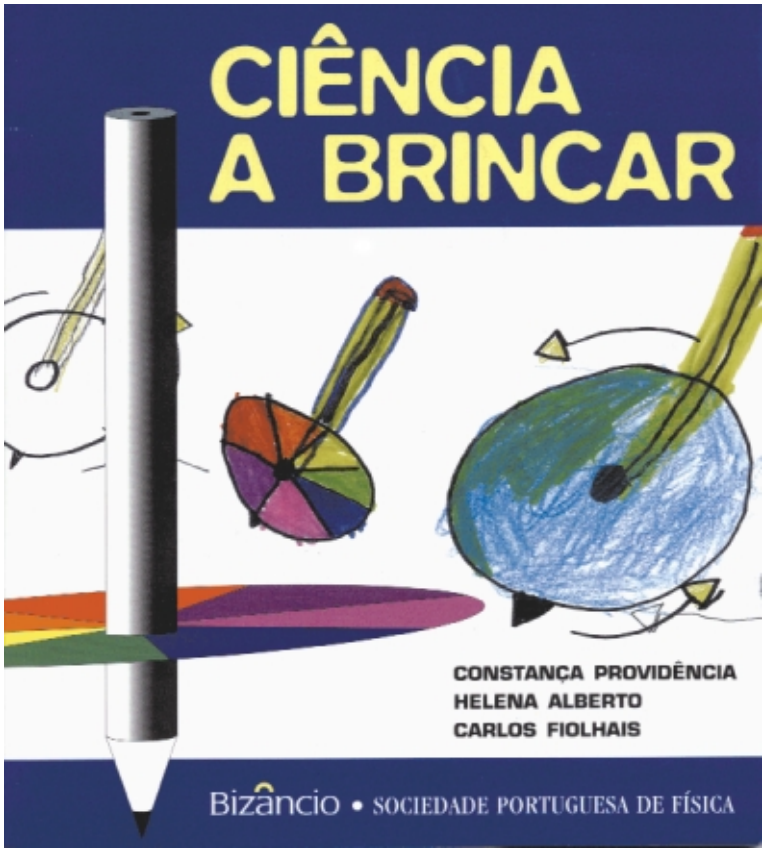
"Se esses malvados saltos quânticos tivessem vindo para ficar, eu teria de me lamentar de alguma vez ter estado envolvido com a teoria quântica".

Erwin Schroedinger

"Nada é mais importante na física quântica do que isto: destruiu o conceito de mundo como uma realidade externa. O universo jamais voltará a ser o mesmo."

John Wheeler

(Citações recolhidas em "Physically Speaking. A Dictionary of Quotations on Physics and Astronomy", C. Gaither e A. Cavazos-Gaither, Institute of Physics, Bristol, 1997).



Ciência a brincar

"Ciência a Brincar" é um livro sobre ciência a sério dirigida aos mais miúdos. Educadores – pais, professores e miúdos mais crescidos – podem inspirar-se neste livro para brincarem aos cientistas com os mais pequenos e, assim, iniciá-los na ciência através da experimentação.

No "Ciência a Brincar" encontramos 16 experiências centradas em fenómenos físicos e químicos, bem explicadas, excelentemente ilustradas e com indicação precisa dos materiais e detalhes necessários à sua realização com sucesso. Na descrição das experiências existem mesmo alertas às dificuldades que se podem encontrar na sua realização. Por exemplo, na experiência que dá pelo título "A electricidade faz dançar" os executantes são alertados para o fraco sucesso e mesmo insucesso nos dias húmidos; esta chamada de atenção será sem dúvida de grande interesse para os educadores do Arquipélago dos Açores!

No Centro Ciência Viva do Algarve, nas Oficinas de Ciência destinadas os miúdos dos 5-6 aos 10-12 anos, já foram testadas algumas das experiências e o seu resultado demonstra a qualidade e o interesse dos temas propostos.

Apesar do livro ser dedicado, segundo os autores, a crianças de 4 a 8 anos devidamente acompanhadas, somos de opinião que este livro pode e deve ser explorado por crianças até aos doze e mesmo treze anos e que, se eles as executarem sozinhas, muito aprenderão.

É verdade que existem no mercado alguns livros deste tipo em português, traduções de obras análogas maioritariamente escritas por autores ingleses, americanos e canadianos. O "Ciência a Brincar" é diferente porque foi pensado e escrito por autores portugueses, com a vantagem de conhecerem a nossa realidade na escola e na família, e dos materiais facilmente adquiríveis, tudo factores que, sem dúvida, são o segredo do êxito que se consegue quando fazemos as experiências propostas. É óbvio que a este êxito não é alheia a situação dos autores serem pais e físicos, o domínio da maioria das experiências, acrescendo o acaso, ou não, de ser um grupo de físicos em que uma das físicas é teórica, a outra experimental e outro ainda com tendências computacionais, os três determinados em melhorar o ensino experimental das ciências e decerto convictos que é de pequenino que se torce o pepino! Bem hajam autores, editor e quem os apoiou. Fica o desafio para o Ciência a Brincar II, com experiências sobre fenómenos para além da Física e da Química.

Maria da Conceição Abreu
Directora do Centro Ciência Viva do Algarve e Professora de Física da Universidade do Algarve
mabreu@ualg.pt

"Ciência a Brincar"
Constança Providência, Helena Alberto e Carlos Fiolhais
Bizâncio e Sociedade Portuguesa de Física,

O Sol, o Genoma e a Internet

O físico Freeman Dyson, do Institute for Advanced Studies de Princeton, EVA, tem dois livros em português na Gradiva, "Infinito em todas as Direcções" e "Mundos Imaginados". Em Abril próximo sairá a tradução do seu livro mais recente "O Sol, o Genoma e a Internet", na Temas e Debates (editora associada ao Círculo de Leitores). Por amável deferência da editora publicamos um texto do livro, que trata a relação entre a Física e a Tecnologia. A (excelente) tradução é do engenheiro físico José Luís Malaquias Lima.

"A ciência teve origem na fusão de duas antigas tradições: a tradição do pensamento filosófico, a qual teve origem na Grécia antiga, e a tradição dos ofícios especializados, a qual começou ainda antes e floresceu na

Europa Medieval. A filosofia contribuiu com os conceitos da ciência e os ofícios especializados contribuíram com as ferramentas. Até ao final do século XIX, a ciência e as indústrias desenvolveram-se por caminhos separados. Frequentemente, iam buscar ferramentas uma à outra, mas cada uma delas mantinha uma existência independente. Foi só no século XX que a ciência e as indústrias oficinais se tornaram inseparavelmente ligadas.

O meu avô, John William, era ferreiro e trabalhava numa pequena oficina siderúrgica em Yorkshire, no Norte de Inglaterra. Com as suas próprias mãos, forjou caldeiras que foram exportadas para todo o mundo, levando consigo a potência do vapor para impulsionar navios e iniciar revoluções industriais em sítios remotos. A ciência não lhe interessava muito. Era um mestre do seu ofício, continuando a trabalhar na velha tradição das indústrias oficinais, as quais deram origem à primeira revolução industrial, que ocorreu em Inglaterra cem anos antes. Entretanto, Andrew Carnegie, um seu contemporâneo, mudou-se da Escócia para Pittsburgh, onde construiu oficinas siderúrgicas de um tipo diferente. O grande aço ultrapassou as velhas oficinas artesanais. Pela altura em que John William se reformou, no início do século XX, as velhas indústrias oficinais do Norte de Inglaterra estavam a morrer. Na geração seguinte, jovens que quisessem chegar a algum lado não se tornavam ferreiros. Muitos deles, como o meu pai, foram para o Sul e tiraram um curso.

E, no entanto, a herança humana que nos dotou de mãos capazes de construir ferramentas e de cérebros indagantes, não morreu. Em cada cultura humana, a mão e o cérebro trabalham juntos na criação do estilo que constitui uma civilização. Em cada civilização, o artífice especializado desfruta de uma posição de prestígio, ao lado do escriba e do druida. A nossa própria civilização não constitui uma excepção.

Durante a primeira metade do século XX, a juventude da geração seguinte, embora esquecesse os conhecimentos práticos do meu avô, aprendia novos conhecimentos práticos e dava início a novas indústrias. Construíam-se emissores e receptores de rádio, microscópios e telescópios, motos e máquinas voadoras. Criava-se milho híbrido e novas variedades de flores e de frutas. Cada uma dessas indústrias teve um início modesto e floresceu como indústria oficinal, antes de evoluir para organizações de larga escala e produções em série. Os primeiros anos do século foram os anos dourados da rádio e das máquinas voadoras, quando os inventores podiam construir, com as suas próprias mãos, máquinas que mudariam o mundo.

À medida que nos aproximávamos da segunda metade do século XX, as indústrias oficinais pareciam estar a perder importância. A produção em massa dominava as novas tecnologias da televisão, dos materiais sintéticos e da agricultura em larga escala. Os jovens só pareciam ter duas escolhas: ou juntar-se aos inúmeros empregados das grandes empresas ou perder por completo o interesse pela tecnologia. A terceira alternativa – ganhar a vida como artífice num ofício especializado – deixava de ser prática. Mas, foi então que emergiu a ciência para resolver esse dilema..

Recordo-me perfeitamente de uma cena a que assisti, na década de 60, quando a rebeldia dos jovens estava no seu ponto mais alto e a popularidade da tecnologia no seu ponto mais baixo. Pés descalços e comportamento escandaloso eram modas predominantes entre os estudantes. Aconteceu-me entrar numa oficina, numa cave do Departamento de Física da Universidade de Cornell. Aí, encontrei dois estudantes, vestidos do modo habitual, com os pés descalços e o cabelo comprido e desgrenhado. Trabalhavam, com uma concentração intensa, na construção de um crióstato, um super refrigerador para experiências de baixa temperatura, usando hélio líquido. Não se tratava de um crióstato de hélio líquido comum, capaz de descer à temperatura de um grau acima do zero absoluto. Tratava-se de um novo tipo de crióstato, baseado num isótopo raro do hélio, que permitiria descer a uma temperatura de poucas milésimas de grau acima do zero absoluto. Os estudantes exploravam um mundo novo e uma tecnologia nova. O volume de trabalho do crióstato era extremamente pequeno. Tinha que ser rodeado por diversas camadas seladas de isolamento de vazio e tinha que ser ligado ao mundo exterior por meio de uma rede de pequenos tubos e fios.

Freeman Dyson, nos anos 60

Os estudantes estavam absorvidos, tentando montar aquele labirinto intrincado de tubos e fios.

O seu intelecto e a sua destreza eram levados ao limite. Tinham que se assegurar de que cada junta estava apertada, cada fio colocado no seu devido lugar. Não me recordo dos seus nomes. Não sei se continuaram em Cornell e se tornaram físicos profissionais. Se assim foi, é possível que um deles – ou ambos – tenha ganho o Prémio Nobel, trinta anos mais tarde, quando três físicos de Cornell partilharam o prémio pela descoberta da superfluidez no isótopo raro do hélio. Na altura em que os vi, como estudantes, a montar o aparelho, não sonhavam com prémios Nobel. Eram conduzidos pela mesma paixão que conduzia o meu avô: a alegria de um mestre artesão por um trabalho bem

feito. A ciência ofereceu-lhes a oportunidade de construir algo com o potencial de abrir novos horizontes, do mesmo modo que os seus antepassados construíram navios capazes de explorar novos continentes. Conseguiram encontrar uma terceira via, entre o mundo hierárquico das grandes empresas e os sonhos utópicos da rebelião estudantil.

Ao longo dos últimos cinquenta anos, a ciência deu origem a uma nova idade de ouro das indústrias oficinais. À medida que a ciência estende o seu alcance, necessita de novos instrumentos, cada vez mais delicados e precisos. Para isso, treina os estudantes e os técnicos na sua construção. Em todos os lugares onde se realiza ciência experimental, jovens rapazes e raparigas aprendem a construir instrumentos, recorrendo a novos materiais e a novos conceitos que a ciência disponibilizou. Depois, as técnicas que foram criadas no laboratório, descobrem aplicações no mundo exterior. Os mesmos jovens lançam as suas próprias empresas para produzir e vender instrumentos a outros utilizadores. E assim cresce uma nova indústria oficinal, Encontra-se sempre um enxame de indústrias oficinais em torno dos grandes centros de investigação científica. Silicon Valley cresceu em torno de Stanford, o corredor da Route 128 cresceu em torno de Harvard e do MIT, o corredor US1, em New Jersey, cresceu em torno de Princeton e de Rutgers. Algumas dessas novas empresas pequenas ultrapassam as suas origens, transformando-se em empresas de produção em larga escala. Outras pequenas empresas, com técnicas modernas, emergem para tomar os seus lugares".

"Exploratorium" na Internet

O "site" do Exploratorium de S. Francisco – http://www.exploratorium. org – continua a ser um dos locais mais estimulantes para aprender ciência na Internet e que se recomenda tanto a alunos como a professores de Física.

As páginas são frequentemente actualizadas, mas actualmente podem ser consultadas, entre outras, as seguintes subpáginas:

- "Solar Max", sobre a maior actividade do Sol este ano;
- Relatos do Congresso 2000 da Associação Americana para o Progresso das Ciências;
- Como fazer aviões e outros objectos de papel;
- Tudo sobre Astronomia;

Embora em Portugal haja páginas de museus de ciência com páginas bem interessantes – como o Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, http://www.museu-de-ciencia.ul.pt, o Exploratório Infante D. Henrique, em Coimbra, http://www.uc.pt/explora, e o Centro Ciência Viva em Faro, http://www.ualg.pt/ccviva/menu.html – , por razões compreensíveis elas não competem em qualidade e quantidade de informação com as do Exploratorium de S. Francisco, que deixou de ser apenas um local físico, como quando foi fundado pelo físico Frank Oppenheimer, para passar a ser um local virtual, acessível a todos em todo o lado.

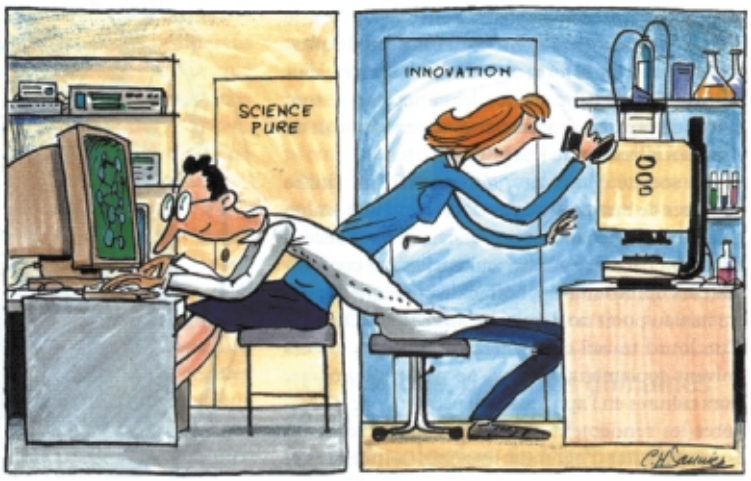
Obras editadas

Eis uma lista de mais algumas obras recentes sobre Física ou ciências. Agradecemos aos editores que nos têm feito chegar novidades nesta área:

- "A verdade da ciência", Roger G. Newton, Dinalivro, 1999.
- "História da Indústria Portuguesa da Idade Média aos Nossos Dias", Manuel Ferreira Rodrigues e José M. Amado Mendes, Associação Industrial Portuense e Publicações Europa-América, 1999.
- "Apanhados na Net. Os Perigos Imprevisíveis da Informatização", Gene I. Rochlin, Publicações Europa América, 1999.
- "Em Busca do Tempo Perdido", Derek York, Replicação, 1999.
- "Matemática ou Mesas, Cadeiras e Canecas de Cerveja", Natália Bebiano da Providência, Gradiva, 2000.
- "Breve História do Tempo", nova edição revista e aumentada, Stephen Hawking, Gradiva, 2000.
- "Aves, Maravilhosas Aves", Hubert Reeves, Gradiva, 2000.
- "O Caos e a Harmonia", Trinh Xuan Thuan, Terramar, 1999.

Ciência pura ou aplicada: uma fronteira fluida

*Harvey Brooks**



É falso afirmar que a investigação fundamental vacila quando a investigação aplicada prospera. Pelo contrário, uma alimenta a outra e vice-versa.
Raras são as actividades que podem classificar-se em categorias estanques, cada uma na sua caixinha, com os seus objectivos específicos. A ciência não é excepção. Basta pensar no preconceito segundo o qual a investigação fundamental, exclusivamente motivada pela busca desinteressada do saber, teria sido afectada com o desenvolvimento da investigação aplicada. Como a indústria reforça a sua cooperação com a universidade e investe nela sempre cada vez mais, o fim dos cientistas já não seria mais o "progresso dos conhecimentos", mas a "criação de riqueza".
O financiamento pela indústria da Investigação e Desenvolvimento universitários está, de facto, em alta. O movimento começou nos anos 70 e intensificou-se desde essa altura. Nos Estados Unidos, essas contribuições passaram de 2,6 por cento dos orçamentos da investigação universitária em 1970 para cerca de 7 por cento em 1995: em valor absoluto, multiplicaram-se quase por oito. Mas nada permite deduzir desse facto que a ascensão da investigação aplicada signifique o declínio da investigação "pura".
Primeira razão: o financiamento da indústria representa uma parte demasiado fraca dos orçamentos da investigação universitária para ter esse efeito. Mais importante ainda, na maioria das frentes do esforço científico os objectivos visados associam os dois esforços. Durante as últimas décadas a investigação fundamental gerou produtos ou saberes muito lucrativos e de grande alcance social. Ao mesmo tempo, as novas tecnologias e as invenções com finalidade comercial - em suma, a investigação aplicada - forneceram novos utensílios que permitiram impulsos importantes no campo da investigação pura.

Einstein e o laser

O caso da ressonância magnética nuclear (RMN) é eloquente. Esta descoberta puramente científica, datada de 1946, permitiu estabelecer que certos núcleos atómicos se comportam como minúsculos ímans. Como é que os cientistas daquela época poderiam imaginar que as suas aplicações práticas conduziriam à indústria da imagem médica por ressonância magnética (RMI, uma espécie de super-radiografia), que ainda hoje representa um negócio de vários milhares de milhões de dólares? A descoberta inicial só permitiu tornar estes progressos possíveis.
Mas eles só se tornaram reais depois de uma quantidade considerável de trabalhos suplementares em tecnologia de ponta, em investigação aplicada e na realização de produtos comerciais.
Outro exemplo: o desenvolvimento das telecomunicações por fibra óptica. Estes fibras em vidro ou em plástico transmitem ondas luminosas emitidas por fontes-laser, modulando a sua amplitude com a finalidade de transportar a informação de uma conversação telefónica ou de um programa de televisão.
Albert Einstein foi o primeiro a predizer que as ondas electromagéticas poderiam ser estimuladas, um princípio de investigação fundamental que está na origem dos

lasers. Isso aconteceu em 1905. O primeiro laser só foi construído em 1960. Mas para utilizar lasers nas telecomunicações os cientistas tiveram que aprender a fabricar fibras ópticas em vidro com uma pureza desconhecida até então. Tiveram ainda que realizar um trabalho de investigação fundamental sobre a natureza dos defeitos ou impurezas do vidro com finalidades práticas muito precisas. A elaboração destes sistemas exigiu, por outro lado, numerosas inovações tecnológicas. De Einstein às telecomunicações por fibra óptica foi complexa a interacção entre a investigação pura e a investigação fundamental dita "orientada" (para uma aplicação industrial).

Assim, é completamente falso afirmar que a pesquisa fundamental prospera quando a investigação aplicada vacila, e vice-versa. Apenas algumas disciplinas (como a física das partículas, a cosmologia ou certos campos da matemática pura) podem determinar o seu programa de investigação exclusivamente em função da estrutura conceptual do seu objecto sem se preocupar com eventuais aplicações económicas ou sociais. Aliás, as descobertas da investigação fundamental abrem horizontes insuspeitados à investigação aplicada que, por sua vez, incita frequentemente a investigação fundamental a aventurar-se em domínios inexplorados.

("Le Courrier de l' UNESCO", Maio 1999)

* Professor de Tecnologia e Acção Pública, Universidade de Harvard (Estados Unidos)

Publicidade na

Gazeta de Física

Anuncie a sua instituição ou empresa na nossa revista

Contacto:

Maria José Couceiro

Avenida da República, 37-4º 1050-187 Lisboa

Tel. 21 799 36 65; Fax 21 795 23 49

Falta ciência em português na Internet

Há 18 anos que lecciono Física e Química (tendo 12 anos de docência do 12º ano de Física). Em Portugal fala-se muito no desenvolvimento das novas tecnologias... Porém, pouco vejo de Física e Química nas páginas das escolas e/ou universidades portuguesas. Talvez os professores estejam a dar doutoramentos ou...

Está bem, vou pesquisar o estrangeiro... e, quando tiver tempo, vou ver se há algo de novo em Portugal.

É pena que tenhamos de recorrer a universidades americanas para encontrar actividades do dia-a-dia para proporcionar aos nossos alunos!

A propósito: gostei imenso da exposição do Ministério da Ciência e Tecnologia no recinto da "Expo 98". De facto, pude "mexer" em sistemas... propostos em "sites" de universidades americanas. Está claro que paguei o bilhete correspondente a um visitante comum porque não tinha o cartão da minha escola.

Ainda bem que se mostra em Portugal aquilo que os outros fazem. Mas é pena, insisto, que tenhamos de indicar "sites" estrangeiros aos nossos alunos.

Ângelo Carreira

mop47701@mail.telepac.pt

Errata:

Na p. 9 do fascículo 4 de 1999, a Fig. 5 não saiu a cores, pelo que não se vêem as bolas vermelhas e azuis. Pelo lapso técnico, pedimos desculpa aos autores e aos leitores.

Na p. 29 da mesma edição, é óbvio da figura que Einstein foi escolhido pela "Time" como pessoa do século. Mas está errado no texto.

Na p. 38, falta um parágrafo no início da penúltima frase do Problema 1.8.5 de "Física" de Gerthsen, Kneser e Volker.